

LES ZONES COTONNIÈRES AFRICAINES

DYNAMIQUES ET DURABILITÉ

Actes du Colloque de Bamako
Novembre 2017

Sous la Direction de :

Mamy SOUMARÉ
Michel HAVARD



**Université
des SSG
Bamako**



© ÉDIS, juin 2019

Tél: (+ 223) 76 44 06 02 - (+223) 79 38 94 96

Mail: edisuarl@yahoo.fr

Bamako, République du Mali

Tous droits réservés.

Infographie générale: Mamadou Habib Ballo

1^{er} Assistant Infographe: Moussa Koné

2^{ème} Assistant Infographe: Makane S. Niaré

Scannage: Moussa Sidibé

Dépôt légal: Bibliothèque Nationale

ISBN: 978-99952-56-98-2

Aux agriculteurs et agricultrices des savanes africaines

Avec un grand merci

- A L'Agence Française de Développement et son personnel
 - Mohamed Lamine DIAKITÉ
 - Tanguy VINCENT
- Aux membres du comité scientifique et du comité d'organisation
- Au Secrétaire Permanent du Colloque : Sidiki TRAORÉ

COMITÉ SCIENTIFIQUE

- Bachelier Bruno, Chercheur CIRAD, France
- Berti Fabio, Enseignant ULG, Gembloux Agro Bio Tech, Belgique
- Bretaudeau Alhousseini, Professeur, IPR/IFRA, Mali, Président du Comité Scientifique
- Coulibaly Cheibane , Professeur, Université Mandé Bukari, Bamako
- Dembélé Siaka, Directeur de Recherche, Institut du Sahel, Bamako
- Diallo Samba, Professeur, Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Mali
- Faure Guy, Chercheur, CIRAD, France
- Fok Ah Chuen Michel, Chercheur, CIRAD et président ICRA, France
- Hamadoun Abdoulaye, Directeur de Recherche, IER, Mali
- Havard Michel, Chercheur, CIRAD, France
- Mbétid-Bessane Emmanuel, Professeur, Université de Bangui, République Centrafricaine
- Ndoye Ousmane, Chercheur, CORAF/WECARD, Sénégal
- Niagando Oumar , Directeur de Recherche, IER, Mali
- Ochou Germain Ochou, Chercheur CNRA, Côte d'Ivoire
- Ouédraogo Souleymane, Chercheur INERA, Burkina Faso
- Soumaré Mamy, Maître de Conférences, Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Mali
- Témé Bino, Directeur de Recherche, IER, Mali
- Témé Niaba, Maître de Recherche, IER, Mali
- Traoré Abdoul Karim, Directeur de Recherche, IER, Mali
- Traoré Adama, Directeur de Recherche, CNRA, Mali

PRÉFACE

Créée en 1941, l'Agence Française de Développement (AFD) est l'opérateur de l'aide au développement bilatéral de la France. Elle s'engage sur des projets qui améliorent concrètement le quotidien des populations, dans les pays en développement, émergents et l'Outre-mer. Visant à accompagner la transition vers un monde plus sûr, plus juste et plus durable, l'Agence inscrit pleinement son action dans le cadre des objectifs de développement durable (ODD). Institution financière présente dans 110 pays via un réseau de 85 agences, l'AFD finance aujourd'hui plus de 3 600 projets dans les domaines des ressources naturelles, de l'environnement, de l'éducation, de la santé, de l'eau et de l'assainissement, des infrastructures et du développement urbain et en faveur du développement du secteur privé. Depuis plusieurs décennies, l'AFD apporte son soutien aux filières cotonnières en Afrique francophone.

Quasi exclusivement pluviale, familiale et non motorisée, la culture du coton a historiquement joué un rôle majeur dans le développement économique de nombreux pays d'Afrique de l'Ouest et du Centre (AOC) et demeure aujourd'hui une source de revenus pour plus de 20 millions de ruraux.

À compter des années 2000, un ensemble de facteurs exogènes (baisse des cours de la fibre couplée à une volatilité croissante, évolution défavorable des taux de change, augmentation du prix du pétrole et donc du coût des intrants, de l'énergie et des transports, subvention des pays du Nord et concentration du négoce) ont eu de forts impacts sur les filières cotonnières et certaines dissensions sur les réformes à mener se sont fait jour, après trois décennies de progrès continu. Ceci a conduit à un désengagement relatif des bailleurs de fonds de la filière, dont l'AFD.

Aujourd'hui de nombreux éléments plaident en faveur d'un réinvestissement dans ces filières. :

L'importance stratégique du coton pour les revenus et l'emploi : on estime qu'environ 3 millions de ménages cultivent le coton en AOC. Il s'agit d'une source de revenus majeure pour ces petites exploitations (moins de 2 ha) dont certaines situées dans des zones où les cultures de rente alternatives sont peu nombreuses.

Une contribution majeure pour l'atteinte des objectifs de sécurité alimentaire : la culture du coton constitue la clef de voute de systèmes de productions diversifiés dans lesquels les cultures vivrières, dont les céréales ont une part dominante. Il existe une interdépendance entre la production de coton et certaines cultures alimentaires majeures comme le maïs. La préservation de l'équilibre coton-vivriers apparaît donc être un enjeu fondamental dans la plupart des pays producteurs.

Un effet d'entraînement sur l'agriculture pluviale des zones de savane : les filières coton ont historiquement joué un rôle majeur dans la diffusion du progrès technique et de l'innovation auprès des exploitations familiales, dans leur insertion dans des systèmes de crédit bancaire ainsi que dans la structuration et la professionnalisation des organisations de producteurs. Cela a permis l'émergence de systèmes de production économes en eau et en carburant au sein desquels une intensification agroécologique est possible et souhaitable.

Un facteur de cohésion territoriale qui contribue à fixer les populations : la culture cotonnière a permis un désenclavement des zones rurales. Le prix unique du coton et des intrants pratiqué dans la plupart des pays constitue par ailleurs un facteur de cohésion sociale/territoriale. Enfin, les revenus du coton et les projets associés à ces filières permettent l'acquisition de biens à usage collectif et contribuent à l'amélioration des conditions de vie en milieu rural.

Au niveau macroéconomique, le coton constitue une source de devise fondamentale des États et pèse de façon importante dans les balances commerciales.

Sur la période récente, les interventions des bailleurs de fonds, dont l'AFD se sont principalement concentrées sur la restructuration des filières (privatisation, libéralisation, renforcement des acteurs et des organisations/outils interprofessionnels) avec des résultats inégaux. Une attention particulière a été portée à la gestion des groupements de producteurs. Certains pays ont, à des degrés divers, développé des outils et mécanismes interprofessionnels. L'exemple qui pourrait apparaître le plus abouti est le fonds de lissage adopté fin 2006 au Burkina Faso. Basé sur un mécanisme innovant de gestion du risque prix, ce fonds a bénéficié d'un abondement initial de l'AFD par le biais d'un prêt de 15 M€ complété par 4,4 M€ de subventions (en 2007 et 2013). Les appuis directs aux producteurs (équipement, conseil agricole,...) et à la recherche agricole ont globalement été moins soutenus que les appuis institutionnels.

Aujourd'hui, le développement ultérieur des filières coton en AOC appelle des interventions ciblées pouvant mobiliser différents outils financiers (subventions, prêts plus ou moins bonifiés, garanties,...). Ces appuis des partenaires techniques et financiers devront, pour être efficaces, s'inscrire dans le cadre de partenariats tripartites État/société cotonnière/producteurs.

La progression de **la productivité au champ** (de la terre et du travail) est le premier défi à relever. Si la production, portée par des conditions climatiques favorables et une bonne orientation des cours, a globalement progressé sur la période récente, cette hausse est largement reliée à une extension des surfaces cultivées dans un contexte de stagnation voire, pour certaines régions, de baisse des rendements.

La baisse de la fertilité des sols, l'absence de renouvellement des variétés de coton et le manque d'innovation dans le domaine de la protection sanitaire du cotonnier sont des facteurs explicatifs de l'accroissement constaté des écarts de productivité entre les pays d'Afrique de l'Ouest et du Centre et les principaux pays producteurs chez qui l'irrigation s'est fortement développée. Il est aujourd'hui nécessaire de ré-intensifier les itinéraires techniques selon des modalités économes en intrants et en définissant les conditions de développement d'une mécanisation/motorisation durable. Cette nécessité est d'autant plus prégnante que les effets du changement climatique vont, à l'avenir, impacter fortement les principaux bassins de production.

Le renforcement ultérieur des producteurs et de leurs organisations est un deuxième axe stratégique d'intervention. Les organisations de producteurs et les interprofessions constituent en effet des acteurs essentiels de la pérennité du secteur cotonnier. Si les filières d'AOC apparaissent globalement structurées avec des producteurs bien organisés et à même de faire entendre leur voix, beaucoup reste à faire pour renforcer davantage leurs organisations dans un contexte où certaines fonctions critiques leur ont été transférées. La poursuite du développement du conseil de gestion (les défaillances de paiement ont historiquement été à l'origine de crises profondes), du conseil à l'exploitation familiale et de l'alphabétisation apparaît également essentielle.

La valorisation de la qualité constitue une troisième thématique majeure. Malgré le poids important de la zone CFA dans le commerce mondial du coton, celui-ci n'est pas suffisant pour que les pays d'Afrique francophone, dont les politiques d'intervention sur le secteur cotonnier ne sont par ailleurs pas coordonnées, puissent peser sur le cours mondial. Dans ce contexte, le développement de la transformation locale de la fibre pourrait permettre une captation plus importante de valeur ajoutée, mais les conditions de ce développement ne sont pas aujourd'hui réunies (coût et faible disponibilité de l'énergie, concurrence des pays asiatiques et de la friperie,...). Une meilleure valorisation des cotons africains apparaît en revanche être une voie d'intervention plus efficace. Si la qualité du coton cultivé dans de nombreux pays africains est reconnue, elle est cependant peu mise en avant et ne fait pas l'objet du paiement d'une prime adaptée. La structuration de filières qualité permettrait une segmentation du marché au bénéfice de la plupart des pays producteurs d'AOC. Cela nécessitera la mise en place de systèmes incitatifs de rémunération des producteurs et des actions ciblées de communication/marketing en aval des filières. Le développement d'une production bio ou bioéquitable pourrait permettre de valoriser les systèmes culturels déjà très économes tout en répondant à la fois à une demande croissante des consommateurs notamment européens et aux objectifs des bailleurs de fonds. Ce développement nécessitera cependant d'identifier les circuits de commercialisation adaptés.

Au-delà de ces 3 axes, il apparaît pertinent pour les bailleurs de fonds de poursuivre leurs appuis aux États dans la définition et la mise en œuvre des politiques publiques de soutien (accès à des intrants de qualité, désenclavement/entretien des pistes rurales, transition/intensification écologique). L'appui aux sociétés cotonnières dans le cadre du renouvellement de leur outil productif ou de l'extension nécessaire de leurs capacités (au vu des trajectoires d'augmentation des volumes) pourra également être renforcé.

Actuellement, l'AFD soutient à différents niveaux les filières cotonnières d'AOC (au Bénin, au Cameroun, en Côte d'Ivoire, au Mali,...) au travers de projets dédiés ou de projets incluant le coton dans une stratégie globale de développement territorial.

Le Mali est aujourd'hui le principal pays d'intervention de l'AFD sur le secteur. L'Agence est à l'origine de la mise en œuvre du Programme d'Amélioration des Systèmes d'Exploitation en zone cotonnière (PASE) dont la seconde phase est à l'heure actuelle quasiment achevée. Ce programme a mobilisé 17,5 M€ de financement AFD et 1,4 M€ de financement de l'Union Européenne sur ses 2 phases. Il a contribué à appuyer les réformes du secteur, à structurer les organisations de producteur et à renforcer la durabilité et la productivité des systèmes d'exploitation cotonniers (notamment grâce au développement important du conseil à l'exploitation familiale et à une mobilisation importante de la recherche malienne et française). La mise en œuvre d'une troisième phase, actuellement en cours de discussion, permettra d'appuyer la poursuite des dynamiques enclenchées dans un objectif de passage à l'échelle (renforcement de capacités, structuration de la filière, diffusion des innovations testées avec succès dans la précédente phase) et d'identifier de nouvelles thématiques de recherche en lien avec la transition agroécologique des systèmes de production tout en mettant en œuvre de façon transversale des actions favorables au genre.

C'est dans ce cadre que, et conformément à sa logique d'intervention, l'AFD a répondu favorablement à la sollicitation des acteurs de la filière coton au Mali pour soutenir l'organisation du Colloque international sur la dynamique et la durabilité des zones cotonnières africaines. Ce colloque qui s'est tenu du 21 au 23 novembre 2017 à Bamako, a été un cadre d'échange, pas seulement au sein du monde scientifique, mais entre celui-ci et les autres acteurs de la filière : les producteurs et leurs organisations, les sociétés cotonnières et leurs agents techniques et les décideurs nationaux et extérieurs. Des nombreuses interventions, on peut retenir les retours d'expérience sur les pratiques et les techniques en matière de sélection variétale du cotonnier, la protection de la culture cotonnière, les amendements et la fertilisation des sols, la diversification des systèmes de culture, la diversité structurelle, fonctionnelle et économique des exploitations agricoles. Les exposés mettent également en

évidence la dynamique du coton et son apport au développement local à travers l'amélioration de l'accès à la sécurité alimentaire, à la santé et à l'éducation. Enfin, le colloque a adressé et explicité les défis sus cités et ouvert des pistes de perspectives comme l'amorce vers une transition agroécologique et l'adaptation aux changements climatiques.

À une période charnière de l'évolution des filières cotonnières d'Afrique francophone, l'AFD entend jouer tout son rôle. Si les filières d'Afrique de l'Ouest et du Centre sont actuellement sur une dynamique positive, celle-ci ne doit pas faire oublier leur fragilité intrinsèque. Leur bonne santé dépend, pour une part importante, de facteurs exogènes non maîtrisables (conditions climatiques, offre et demande au niveau mondial et évolution des taux de change).

Il apparaît nécessaire que l'ensemble des acteurs poursuivent leurs efforts en vue d'un renforcement de leur résilience vis-à-vis des contraintes externes classiques, mais élaborent également, de manière concertée, des stratégies pour faire face aux menaces nouvelles comme celles liées au changement climatique. Au vu de la diversité des contextes, l'enjeu des interventions à venir sera de tenir compte des cadres institutionnels hérités de l'histoire et des stratégies différenciées des producteurs tout en s'inscrivant dans une perspective dynamique afin de définir, dans chacune des situations identifiées, les conditions d'une production durable.

Tanguy VINCENT,

Responsable Équipe Projet

Division Agriculture, Développement Rural et Biodiversité

Département du Développement Durable – AFD Paris

INTRODUCTION

Mamy SOUMARE et Michel HAVARD

Les zones cotonnières de l'Afrique de l'Ouest et du Centre (pays de la zone Francs) sont l'une des grandes régions de production de coton à travers le monde. Elles assurent 10% des 25 millions de tonnes de coton produites chaque année et participent à hauteur de 12 à 15% aux exportations mondiales de fibres (Orsenna, 2006 et Le Monde, 2018). Dans les grands pays producteurs de la sous-région (Bénin, Burkina Faso, Mali, Togo et Tchad), le coton contribue pour 3 % à 15 % des PIB (Planetoscope, 2018).

Dans ces pays, la culture du coton a été introduite en 1920, pendant la période coloniale. Mais, c'est à partir des années 1940 que la France, pour la satisfaction des besoins de son industrie textile, va s'engager dans une politique de développement de cette culture. La stratégie va s'appuyer sur deux structures qui restent encore des acteurs importants du secteur : l'Institut de Recherches du Coton et des Textiles exotiques (IRCT), devenu CIRAD, en charge de la recherche et la Compagnie Française pour le Développement des fibres Textiles (CFDT), devenue Géocoton, pour la vulgarisation.

Cette dynamique commencée sous la colonisation va se poursuivre après les indépendances. Ainsi, le bassin cotonnier ouest-africain (Afrique de l'Ouest plus Tchad et Cameroun) a vu sa part dans la production de coton de l'Afrique Subsaharienne passée de 13,5 % en 1970, à environ 60% de nos jours (Renaudin, 2010). L'apport du coton et le rôle important des pays africains sur le marché mondial du coton ont été obtenus au bout d'une longue histoire d'une culture « coloniale » qui est progressivement devenue un élément structurant des systèmes de production agricole et des économies locales de façon générale.

Ainsi, l'histoire de la culture du coton jure avec les politiques agricoles et de développement économique en général en Afrique de l'Ouest et du Centre durant la période post-Indépendance. Si la fameuse citation de René Dumont en 1962 « l'Afrique noire est mal partie » a eu des échos et continue d'en avoir, la dynamique insufflée par la culture du coton dans la transformation positive des structures est une réussite rare en Afrique subsaharienne. Révolution agricole, Succès story, Développement inégalé, Filière intégrée favorisant la diffusion du progrès technique et de l'innovation ; Cercles vertueux du progrès sont autant de qualificatifs qui illustrent les transformations induites par cette culture (Renaudin, 2010 ; Bassett, 2002 ; Devèze et des Fontaines, 2005 et Peltre-Wurtz et Steck, 1992).

À travers le monde, le coton est connu comme une culture de front pionnier. Elle s'installe sur un territoire, au bout de quelques années (en moyenne 15 à 20 ans),

elle devient non rentable pour des raisons écologiques (baisse de la fertilité des sols, forte pression parasitaire, utilisation abusive des pesticides, etc.) ou économiques. Elle abandonne ce territoire au profit de nouveaux espaces. C'est cette suite de séquences installation, exploitation, abandon puis nouvelle conquête qui marque l'histoire de la culture du coton en Amérique latine ou en Asie.

Mais, en Afrique de l'Ouest et du Centre, la culture du coton a pu se maintenir sur les mêmes territoires durant des décennies grâce à : l'engagement des exploitations agricoles familiales et l'accompagnement efficace des services techniques, de la recherche, des organisations de producteurs (OP), mais également des politiques publiques volontaristes et des partenaires financiers dont le principal fut l'Agence Française de Développement (AFD). Le modèle d'organisation est presque le même dans tous les pays. La compagnie cotonnière nationale prend la place de la CFDT avec un capital majoritairement détenu par l'État avec une participation de la CFDT : Société de Développement du Coton du Cameroun (SODECOTON) au Cameroun, Société Burkinabé des fibres textiles (SOFITEX) au Burkina, Coton Tchad au Tchad, etc.

En plus de l'encadrement de la production, de l'égrainage et de la commercialisation de la fibre de coton, ces sociétés nationales avaient des missions de développement rural : construction de pistes rurales, alphabétisation des producteurs, production animale, accompagnement des autres cultures (maïs, mil, sorgho et riz). Elles s'appuyaient sur des organisations de producteurs (Association Villageoise) dont le rôle allait au-delà de la sphère du coton : construction de salle de classe pour la scolarisation des enfants, de centre de santé, lotissement des villages, recrutement des enseignants et des agents de santé, etc. Cet extrait de Soumaré 2008 illustre cette dynamique « Dans le village de Siramana (*à 30 km de Sikasso*), on a assisté à un déplacement du site du village ; le premier site (vieux village ou village traditionnel) a été définitivement abandonné au profit d'un nouveau site où de nouvelles maisons sont construites avec des formes géométriques, des toits en tôles et des rues bien droites. Les habitants racontent avec fierté ce changement qui s'est produit avec l'argent du coton ».

Les résultats de ces politiques et des pratiques qui en ont résulté ont apporté des transformations positives : mécanisation agricole à travers le développement de la culture attelée, intensification des systèmes de culture grâce à l'utilisation de la fumure organique et des engrais minéraux, intégration agriculture élevage rendue possible par la constitution et le développement de troupeaux bovins naisseurs issus de la thésaurisation des revenus monétaires du coton, diversification des systèmes de culture, faible utilisation des pesticides en raison de la maîtrise de la pression parasitaire et émergence d'une élite et d'un mouvement paysans très influents sur les scènes politiques.

Le cas du Mali est bien illustrateur de succès. Avec la politique de mécanisation, le nombre des exploitations équipées d'un attelage complet (une paire de bœufs de trait, une charrue, un multicultureur équipé d'un corps sarcléur, et d'un corps butteur) est passé de 10 à 95 % de 1970 à 2000. Le nombre de bœufs de trait a été multiplié par six, passant de 100 000 à 600 000 en 30 ans. Au plan technique, en 50 ans de culture, le nombre de traitements insecticides est resté limité à 3 ou 4. La densité des parasites est à 2 sur une échelle de 5 (Castella et Deguine, 2005). Au plan économique, des institutions financières comme la Banque Nationale pour le Développement Agricole (BNDA) et l'institution de microfinance Kafo Giginew doivent leur naissance et leur développement au secteur coton. Au plan social et politique, bon nombre des élus communaux et des maires sont d'anciens secrétaires et responsables des associations de producteurs de coton. Certains ont même réussi à briguer des mandats nationaux à l'Assemblée nationale et au Haut Conseil des Collectivités.

Après 30 années de croissance continue et d'embellies, le secteur coton en Afrique de l'Ouest a commencé à présenter des signes d'essoufflement à partir des années 2000. De prime abord, il faut noter que cette période difficile qualifiée de crise cotonnière par nombre d'auteurs fut surmontée au bout d'une dizaine d'années. Cette difficulté s'est manifestée par des prix faibles aux producteurs de coton, la baisse des surfaces cultivées donc des productions, la stagnation, voire la baisse des rendements, le boycott de la culture du coton par les paysans comme au Mali, la désorganisation des systèmes de production et des systèmes de cultures, l'insécurité alimentaire (Folekack et al. 2014), des déficits importants des sociétés cotonnières et le désarroi dans les zones rurales africaines, mais pas seulement. « Cette crise est particulièrement grave, dans la mesure où elle engage le devenir de millions de personnes dont les revenus dépendent directement ou indirectement de cette production » (Renaudin, 2010). Entre 2005 et 2008, la production de coton des pays de la zone Francs chuta de près de 50% alors qu'elle avait connu une augmentation continue sur la décennie précédente.

Face à cette crise sans précédent, les solutions proposées sont nombreuses et souvent contradictoires. Principalement deux théories s'affrontent. À la vision productiviste des Institutions de Bretton Woods (Banque Mondiale et Fonds Monétaire International –FMI-) plaidant pour la privatisation et le recentrage des sociétés cotonnières sur le coton, s'oppose une, dite intégrée s'appuyant sur l'argumentaire suivant : la question du coton dans cette zone n'est pas que financière, elle est surtout économique puis sociale. Cette posture adoptée par l'AFD est partagée par beaucoup de pays (Mali et Burkina par exemple), mais d'autres comme le Bénin et la Côte d'Ivoire s'engagent, souvent sans enthousiasme, dans celle promue par la Banque Mondiale conduisant à la privatisation et à la mise en concurrence des fonctions de la filière.

Ces déclarations du Président malien Amadou Toumani Touré, citées par Eric Orsenna (2008), attestent bien l'embarras des gouvernants d'alors, « En cinq ans la pauvreté a reculé de 5% dans les zones cotonnières et augmenté de 2% ailleurs. Aujourd'hui l'or blanc est en train de devenir notre malédiction. Le coton fait vivre près du tiers de notre population : trois millions et demi d'hommes et de femmes ! Comment voulez-vous que nous renoncions au coton. C'est vrai, j'ai accepté de garantir au paysan un prix supérieur au cours mondial. Comment pouvais-je faire autrement ? Ils se soulevaient ! C'est ça la volonté de la Banque Mondiale : une autre zone d'instabilité, dans le sud de notre pays, aux frontières de la Côte d'Ivoire d'où ne cessent d'arriver des réfugiés ? Comment voulez-vous que je les nourrisse ?» On nous accable pour notre déficit, mais personne n'aborde les causes de ce déficit. Depuis 40 ans, jour après jour, nous avons lutté pour nous améliorer. Nous avons joué à fond le jeu de la concurrence sans la moindre chance de gagner puisque le plus puissant triche. Et contre la guerre des monnaies entre l'Europe et les États unis que pouvons-nous ? Par notre appartenance à l'euro, nos pieds et poings sont liés puisqu'il est acheté en dollar. Vous trouvez ça normal ? Un pays parmi les plus pauvres accroché à la monnaie la plus haute. Plus elle grimpe plus nous tombons. Personne ne proteste et surtout pas la Banque Mondiale ». Ce choix a conduit la Banque Mondiale et le FMI à suspendre leur appui au gouvernement du Mali en 2006. Quelques années plus tard, quand la Banque a fait le choix de soutenir l'agriculture, le Président ironisait en ces termes « Je suis content que la Banque m'ait retrouvé sur ce chemin ».

Quelle que soit la voie adoptée, tous les pays producteurs de coton s'engagent dans des processus de réformes drastiques : recentrage des sociétés cotonnières sur la production et l'égrainage du coton, dégraissage des effectifs des personnels des sociétés cotonnières, restructuration des sociétés en plusieurs sociétés ou filiales et création des interprofessions du Coton.

Au Burkina, l'État ouvre le capital de la SOFITEX aux producteurs à travers l'Union Nationale des Producteurs de Coton (UNPC-B). En 2004, elle cède deux zones de production représentant 20% de la production à deux nouvelles sociétés, Faso Coton et la Société cotonnière de Gourma (SOCOMA) (FMI, 2014).

Au Mali, la Compagnie Malienne de Développement des Textiles (CMDT) a été divisée en quatre zones de production structurées chacune en une filiale dans l'optique d'une mise en vente. Les premiers appels d'offres ont été infructueux. L'État va continuer à soutenir la CMDT et les producteurs de coton à coût de milliards pendant des années. La Société Dagris (actuel Geocoton) cède ses actions à l'État du Mali pour se contenter de 0,51% du capital. L'État devient actionnaire principal avec 99,41%. Il céda ensuite 20% des capitaux de chacune des quatre filiales à la Confédération des Sociétés-Coopératives des Producteurs de Coton (C-SCPC).

En somme dans l'ensemble, le secteur coton a pu faire face à ces difficultés d'alors. Une fois de plus, il a montré sa résilience malgré la grande ampleur des difficultés.

Depuis une dizaine d'années, les pays de la zone francs sont devenus de grands acteurs du marché mondial. Des pays importants en termes de production comme le Mali, le Burkina ont battu leur record avec plus de 700 000 tonnes de coton graine.

Cependant, la dynamique enclenchée après la crise des années 2000 semble s'estomper. La production du Burkina passa de près de 780 000 tonnes à 400 000 tonnes en 2009 pour remonter progressivement jusqu'à 610 000 tonnes en 2017-2018. Les prévisions du Programme Régional de Production Intégrée du Coton en Afrique (PR-PICA, 2018) donnent une production attendue de 543 000 tonnes pour le Burkina en 2018-2019. Le Mali, depuis le doublement de sa production entre 2010 et 2018 (743 000 tonnes en 2017) aura de la peine à atteindre 700 000 tonnes en 2018-2019. Au Burkina, la tendance à la croissance semble s'inverser également, car sur un objectif de 750 000 tonnes, la production de la campagne 2018-2019 sera inférieure à 700 000 tonnes (PR-PICA, 2018). C'est le Benin qui sera le premier producteur de Coton en Afrique cette année, après sa première place en 2017-2018, avec une production attendue 726 000 tonnes.

En dépit de cette forte résilience du système coton africain, des défis demeurent et de nouveaux apparaissent la volatilité des prix sur la marché mondial - l'amélioration et la sécurisation du revenu des producteurs et du bien-être des communautés rurales - le développement de pratiques agricoles plus écologiques et adaptées aux nouvelles contraintes imposées par le changement climatique - les invasions biologiques - la réduction des impacts négatifs des systèmes de culture à base de coton sur l'environnement - l'inclusion des couches vulnérables dans la dynamique de développement agricole (particulièrement les jeunes et les femmes) - le maintien des jeunes dans les exploitations et les interférences politiques dans la gestion de la filière coton.

C'est dans ce contexte de nouveaux défis qu'a été organisé le colloque international sur les dynamiques et la durabilité des zones cotonnières africaines du 21 au 23 novembre 2017 à Bamako dans le cadre du projet d'appui à l'amélioration des systèmes d'exploitation et de la gouvernance de la filière coton au Mali (PASE II). Après quatre années d'exécution 2014-2017, ce projet a produit des résultats déterminants en matière de : i) production de connaissances et de transfert d'innovations techniques, ii) conseil à l'exploitation familiale (CEF), iii) restructuration et renforcement des organisations paysannes, et iv) formation des producteurs et des services d'encadrement.

Ce colloque visait deux objectifs majeurs : **partager les résultats du projet PASE II et favoriser les échanges** entre les acteurs du développement et ceux de la recherche au travers, entre autres, du partage des résultats saillants sur les performances et les contraintes des systèmes d'exploitation à base de coton en Afrique. Il a réuni deux cents participants venus de 15 pays autour de soixante-cinq communications orales,

posters et témoignages structurés en 4 thématiques :

La durabilité des conditions de production de la culture cotonnière dans un contexte de changements globaux. Ce thème a exploré les options techniques et innovations prometteuses au niveau des systèmes de culture et des itinéraires techniques : rotation culturale, variété, fertilisation, gestion de la fertilité des sols, des bioagresseurs et de l'eau. Ce thème est abordé à la fois sous l'angle de la culture biologique et la culture conventionnelle du coton.

La dynamique et durabilité des exploitations agricoles et de leur territoire. Ce thème a adressé la problématique de la durabilité des systèmes de production à base de coton dans une approche globale à l'échelle des exploitations agricoles et de leur territoire : diversification des productions animales et végétales, intégration agriculture-élevage, mécanisation, motorisation et occupation agricole des terres.

Le Conseil à l'exploitation familiale (CEF). Il s'est agi de partager les expériences d'Afrique et d'ailleurs en matière de conseil à l'exploitation agricole familiale, dans un but de renforcement des capacités décisionnelles des producteurs.

L'environnement organisationnel et compétitivité des filières cotonnières. Ce thème a servi de cadre pour discuter de la dynamique et du rôle de l'organisation des producteurs, de l'organisation des filières, de la coordination entre les acteurs (Inter Profession) et des politiques de soutien.

Au terme des présentations orales et du processus éditorial, 32 textes ont été retenus pour les présents actes. Ils sont organisés en quatre parties : organisation et gestion des filières et des territoires, économie des exploitations agricoles, pratiques agricoles et itinéraires techniques innovants et orientations agroécologiques des systèmes de production à base de coton en Afrique.

La première partie contient 9 communications relatives à l'organisation de la filière, aux dispositifs d'accompagnement des producteurs à la base et à la gestion des espaces et des ressources en lien avec la sécurité alimentaire, la dynamique démographique et les charges animales. Ces textes nous exposent le mode d'organisation des producteurs au Mali de la base vers le sommet, les progrès réalisés en matière d'accès à la sécurité alimentaire, à l'éducation et à la santé dans un contexte de forte croissance démographique et les contraintes liées à l'exploitation des ressources et les conflits et solidarités qui peuvent en résulter (installation des migrants et charge exercée par les effectifs de bovins sur les pâturages et modélisation). Ils nous éclairent également sur les approches d'accompagnement des producteurs pour une gestion efficace et durable, de l'exploitation au terroir, à travers la modélisation d'accompagnement et des expériences de conseil à l'exploitation agricole familiale (CEF) de l'Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture du Mali (APCAM) et de l'organisation néerlandaise de développement (SNV).

La deuxième partie est consacrée à la structure, au fonctionnement et aux résultats technico-économiques des exploitations agricoles ainsi qu'aux méthodes et outils qui permettent de les appréhender à travers une approche globale. Les auteurs nous présentent des résultats sur la diversité structurelle et fonctionnelle des exploitations à travers des typologies des systèmes d'élevage et des exploitations, basées sur des enquêtes et des analyses fines (statistiques descriptives et classification). Ils nous informent aussi sur la gestion des exploitations agricoles que ce soit à travers l'introduction d'innovations comme le tracteur au Burkina, l'accès au crédit et sa gestion au Bénin ou l'adoption de cultures pérennes comme l'anacarde en Côte d'Ivoire. Cette partie nous éclaire aussi sur la dynamique des exploitations agricoles dans le temps à travers des situations de références entre deux dates ou des enquêtes basées sur une approche historique.

Dans la troisième partie sont exposés des travaux relatifs aux pratiques et aux techniques innovantes à l'échelle des parcelles de production. Ces travaux traitent d'abord des pratiques et techniques de lutte contre les ravageurs du cotonnier et les risques liés à l'utilisation des produits contenant certaines substances actives à travers des exemples au Mali et au Togo. Ensuite, les textes racontent des expériences d'adaptation des pratiques comme l'adoption de nouvelles dates de semis du cotonnier au Tchad, la gestion hors-norme de la fumure organique au Burkina Faso et l'utilisation de la chaux et du PNT pour amender et corriger l'acidité des sols.

Enfin la quatrième partie ouvre des perspectives d'évolution des systèmes cotonniers africains vers des pratiques plus écologiques. Elle présente des textes sur des expériences d'intensification écologique des systèmes de cultures avec l'exemple de la comparaison entre la culture biologique et la culture conventionnelle du cotonnier, le questionnement des stratégies de protection du cotonnier adoptées jusqu'ici, les nouvelles pistes de protection plus écologiques à travers la pratique de l'écimage et son association au traitement sur seuil. Cette partie se termine par une expérience de construction de système d'indicateur pour le suivi des exploitations et de leurs pratiques sous l'angle de la durabilité et de la biodiversité agricole.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BASSETT T.J., 2002. *Le coton des paysans, une révolution agricole (Côte d'Ivoire 1980-1999)*. IRD éditions, Paris, 292 pp.
- CASTELLA J.-C. & DEGUINE J.-P., 2006. *Cycles phytosanitaires et viabilité des systèmes cotonniers*. *Cahiers Agricultures*, 15(1), 102-108.
- DEVEZE J.-C., HALLEY DES FONTAINES D., 2005. *Le devenir des agricultures familiales des zones cotonnières africaines : une mutation à conduire avec tous les acteurs. À partir des cas du Bénin, du Burkina Faso, du Cameroun et du Mali*. Paris, AFD EVA/STR, 85 p.
- DUMONT R., 1962. *L'Afrique noire est mal partie*. Editions du Seuil, Paris, France, 251pp.
- FOND MONETAIRE INTERNATIONAL, 2014. *Burkina Faso, rapport numéro 14/230*, 35 pages.
- FOLEFACK, D.P., NTSOU BAKWOWI J., KPADE P.C., 2014. *La crise de la filière cotonnière et sécurité alimentaire au Nord Cameroun*, *Journal of Applied Biosciences* 75 : 6221-6231.
- LE MONDE, 2018. *La production africaine de coton soumise à une rude concurrence*. https://www.lemonde.fr/afrique/article/2018/12/05/la-production-africaine-de-coton-soumise-a-une-rude-concurrence_5392920_3212.html
- ORSENNA E., 2006. *Voyages aux pays du coton, petit précis de mondialisation*, Fayard, Paris, 291 pp.
- PERRIN S. & LAGANDRE D., 2005. *Le coton africain face à la concurrence du marché mondial*, pp. 37. AFD Jumbo Rapport thématique, Paris.
- PR-PICA, 2018. *Bulletin d'information du PR-PICA, numéro 20 Novembre-décembre*.
- PLANETOSCOPE, 2018 *La production mondiale de coton*. <https://www.planetoscope.com/agriculture-alimentation/1178-production-mondiale-de-coton.html>
- PELTRE-WURTZ J. & STECK B., 1992. *Les charrues de la Bagoué. Gestion paysanne d'une opération cotonnière en Côte d'Ivoire*, IRD, Paris, 305 pp.
- RENAUDIN C., 2010. *Les riches heures et l'avenir incertain de la culture cotonnière en Afrique de l'Ouest et du Centre*. *EchoGeo* numéro 14.
- SOUMARE M., 2008. *Dynamiques et Durabilités des Systèmes Agraires à Base de Coton au Mali*, thèse de doctorat unique, Université de Paris X Nanterre, 372 Pages.



PREMIÈRE PARTIE

Organisation et Gestion des Filières et des Territoires

SÉCURITÉ ALIMENTAIRE, SANTÉ ET ÉDUCATION DANS UN CONTEXTE DE FORTE CROISSANCE DÉMOGRAPHIQUE DANS LES ZONES COTONNIÈRES DU MALI

TRAORÉ Sidiki, *Institut d'Économie Rurale, CRR A Sotuba*

SOUMARÉ Mamy, *Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako,
Institut d'Économie Rurale*

COULIBALY Baba, *Institut des Sciences Humaines, Bamako*

Auteur correspondant : TRAORÉ Sidiki, [djiosidiki@yahoo.fr](mailto:djosidiki@yahoo.fr)

RÉSUMÉ

Au Mali, la population double chaque vingt ans et le pays connaît une croissance soutenue de la population depuis les années 1960. Cette forte croissance a plusieurs implications : satisfaction des besoins alimentaires, éducatifs et sanitaires. Au sud du Mali, l'agriculture locale arrive-t-elle à répondre à la demande des populations rurales et dégager des excédents pour les villes et le reste du pays ? Quelle est la tendance démographique dans les zones cotonnières du Mali ? Quel est le lien entre l'évolution de la population et la dynamique agricole ? Quelles ont été les réponses aux implications de la croissance démographique ? Le présent article répond à ces questions en analysant les relations entre l'évolution de la population et l'agriculture locale à travers les surfaces, les productions et la production de céréales par habitant d'une part et l'accès à des services de base comme l'éducation et la santé d'autre part.

L'étude arrive à lever le défi de la mobilisation et l'intégration de données multi-sources : population, agriculture et infrastructures de base. Les relations entre l'évolution de la population et celle des superficies et productions agricoles sont mises en évidence à travers des analyses géostatistiques et des régressions linéaires.

Les résultats révèlent une croissance démographique supérieure à la moyenne du pays et une corrélation positive entre cette forte croissance de la population et la production céréalière ($r = 0,92$). La dynamique agricole impulsée par la culture du coton a induit des transformations qui arrivent à faire face aux implications de la croissance démographique. En plus de la satisfaction des besoins alimentaires, ces transformations ont permis de répondre aux besoins d'accéder à la santé et à l'éducation. Cependant, la croissance démographique soulève toujours des interrogations sur la capacité des agriculteurs à répondre à une demande soutenue.

Mots clés : population, agriculture, alimentation, santé, éducation et coton

ABSTRACT

In Mali, the population doubles every two decades and the country has experienced a sustained population growth since the 1960s. This strong growth has several implications: Fulfilment of nutritional, educational and health requirements. In Southern Mali, local agriculture is able to meet rural communities' demand and achieve surpluses for the cities and the rest of the country. What is the demographic trend in the cotton-growing areas of Mali? What is the link between population change and agricultural dynamic? What have been the responses to the implications of population growth? This paper answers to these questions by analysing the relationship between population growth and local agriculture through lands, productions and grain production per capita on the one hand and access to basic services such as education and health on the other hand.

The study is able to address the challenge of mobilizing and integrating multi-sources data: population; agriculture, and basic infrastructure facilities. The relations between the evolution of the population and those of agricultural areas and productions are highlighted through geo-statistical analysis and linear regressions.

The results show a population expansion above the country average and a positive correlation between this strong population growth and cereal production with a correlation coefficient $r=0.92$. The agricultural dynamic propelled by the cultivation of cotton has brought about processing operations that are able to face the implications of demographic change. In addition to meeting food needs (62 kg of cereals per inhabitant in 1987 to 440 kg in 2013), those processing operations have allowed for facing implications of demographic. However, demographic change always raises questions on the ability of farmers to meet a sustained demand.

Key words: population, agriculture, food, health, education and cotton.

INTRODUCTION

Au cours de ces dernières décennies, la population de l'Afrique subsaharienne a considérablement augmenté. Entre 1960 et 2010, elle a presque quadruplé passant de 220 à 830 millions et pourrait atteindre 2,1 milliards d'habitants en 2050 [J-F MAY et J-P GUENGANT, 2014].

Cependant, cette explosion démographique n'est pas seulement une question de chiffres, c'est aussi une question de bien-être humain et de développement. Les enjeux liés à la rapide croissance de la population sont énormes ; sachant que les États n'ont pas toujours les moyens de mettre en place les infrastructures correspondant pour y faire face. Il s'agit de la possibilité ou non pour l'agriculture de réduire l'insécurité alimentaire qui touche de nombreux pays, en milieu urbain comme en milieu rural, mais aussi de la capacité des pays à satisfaire les besoins essentiels de leurs populations en santé et en éducation. En effet, les relations entre la croissance de la population et le développement ont depuis longtemps soulevé de vives controverses et donné lieu à des théories divergentes, sinon opposées. Alors que Malthus met en avant le rôle régulateur de l'agriculture et des ressources sur la démographie dans son ouvrage « l'essai sur le principe de la population » en 1798, Ester Boserup quant à elle, suit la direction inverse de Malthus dans son ouvrage célèbre parut en anglais en 1965 « The conditions of agricultural growth » en considérant que, l'augmentation de la population rurale est un facteur favorable à l'intensification agricole et que, dans ces conditions, il est illusoire de s'attendre à une intensification de la production agricole si la densité de la population est faible.

Une analyse des communautés agraires en Afrique subsaharienne montre que certaines d'entre elles connaissent une évolution de type malthusien tandis que d'autres relèvent d'une logique boserupienne. Selon [JOUVE, 2006] la croissance démographique s'est accompagnée au Bamiléké au sud-ouest du Cameroun par une intensification de l'agriculture et une gestion durable des capacités productives du milieu. De ce fait, certains quartiers dont la densité de la population avoisine les 1 000 habitants par km², arrivent à produire des surplus pour alimenter les villes de Douala et Yaoundé.

Quel est le positionnement des zones cotonnières du Mali par rapport à ces deux courants de pensée ?

En effet, situées au sud du Mali, les zones cotonnières du Mali connaissent une augmentation particulièrement rapide de leur population. L'agriculture y a connu aussi des progrès considérables au cours de ces dernières décennies faisant de la région la principale zone de production agricole du Mali. Malgré ces performances, des inégalités subsistent en termes de satisfaction des conditions de vie. La présente étude ambitionne d'analyser l'évolution de la situation démographique, agricole et de l'ac-

cès physique aux services sanitaires et scolaires dans les zones cotonnières du Mali.

Se faisant, elle part de l'hypothèse que : les transformations agricoles et ses effets induits en matière d'investissements dans les secteurs sociaux de base auraient contribué à atténuer les défis liés à l'évolution rapide de la population des zones cotonnières.

MATÉRIELS MÉTHODES

PRÉSENTATION DES ZONES COTONNIÈRES DU MALI

Les zones cotonnières du Mali sont situées entre le 4°15'00" et le 10°15'00" de longitude Ouest et le 10°15'00" et 14°15'00" de latitude Nord (Figure 1) avec une superficie d'environ 150 000 km² et une population estimée à 5,6 millions d'habitants en 2009 d'après les résultats du Recensement Général de la Population et de l'Habitat de 2009 [INTSTAT-Mali, 2009]. Au niveau administratif, elles couvrent l'ensemble de la région de Sikasso, la totalité des cercles de Bla, Baraoueli et une importante partie des cercles de Tominian et San dans la région de Ségou ; l'ensemble des cercles de Kati, Kangaba, Dioila et Koulikoro dans la région de Koulikoro et enfin, tout le cercle de Kita dans la région de Kayes.

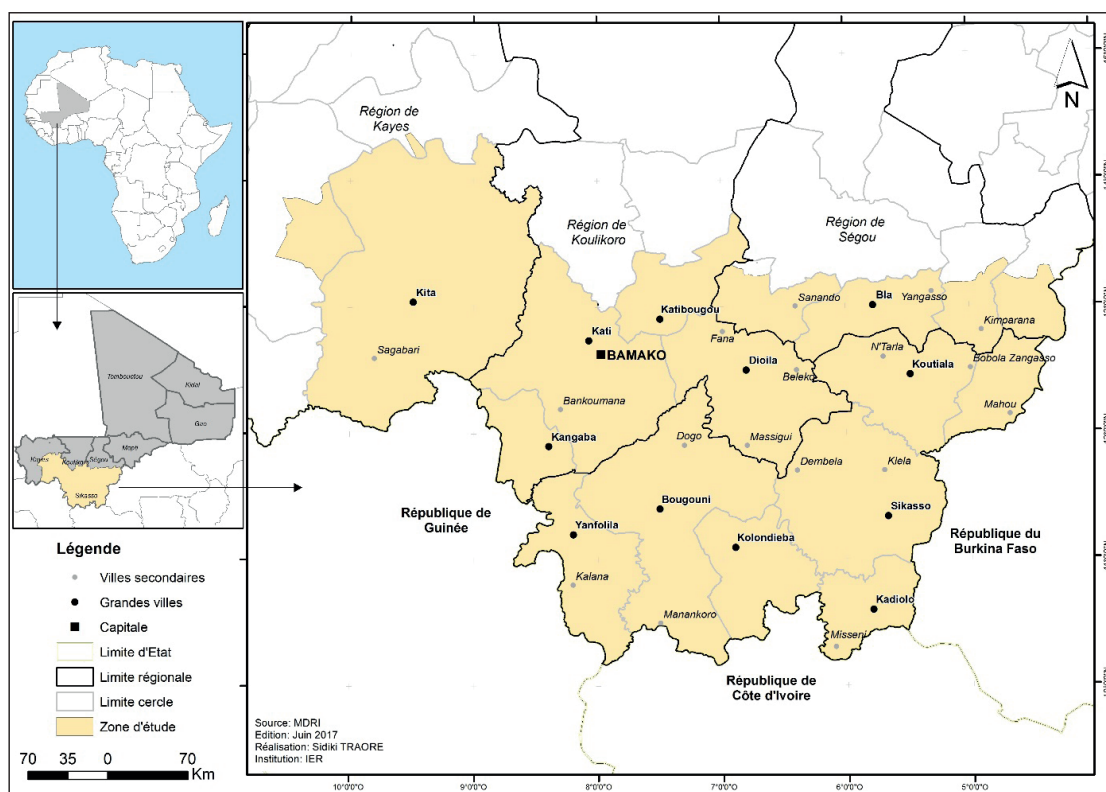


Figure 1: *Présentation de la zone d'étude*

Le secteur agricole occupe une place prépondérante dans le développement so-

cio-économique du Mali. En effet, le secteur occupe environ 80% de la population active et contribue à hauteur de 43% au PIB et fournit 30% des recettes d'exportation [CIRAD, 2012]. L'encadrement de la culture du coton par la Compagnie Malienne pour Développement des Textiles (CMDT) et l'Office de la Haute Vallée du Niger (OHVN), les conditions agro-climatiques éminemment favorables, les investissements de l'Etat et de ses partenaires économiques et financiers, et surtout la recherche agronomique dans le but d'améliorer la productivité agricole ont fait des zones cotonnières du Mali les principales zones de production céréalière et des cultures de rente. Ces dynamiques agricoles ont contribué à l'amélioration des conditions de vie des populations à travers la création d'emplois dans le domaine de l'agriculture, des infrastructures de santé et d'éducation et aussi au désenclavement des zones rurales avec la réalisation de pistes. Tous ces facteurs conjugués ont engendré une forte croissance démographique dans les zones cotonnières du Mali.

Acquisition et organisation des données multi-sources

Les données relatives à la population, aux statistiques agricoles, à la santé et à l'éducation ont été collectées.

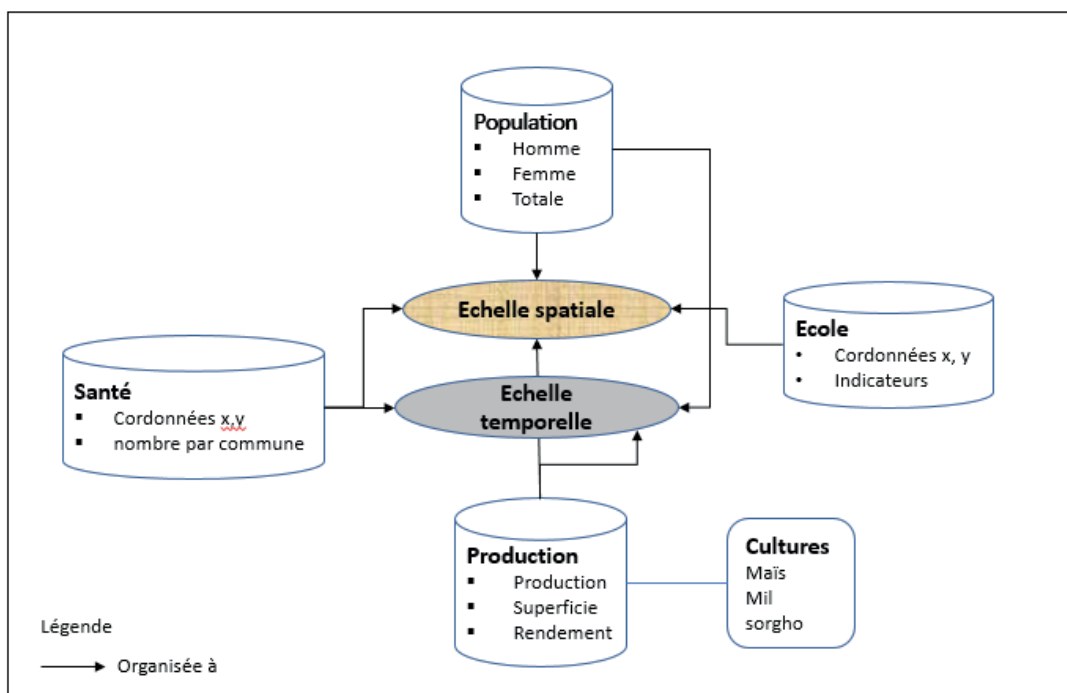


Figure 2 : Schéma synthétique des données mobilisées

Les données démographiques qui comprennent l'effectif de la population sont à l'échelle villages et concernent les trois derniers recensements de la population (1987, 1998 et 2009) issus de l'INSTAT.

Les données agricoles concernent les superficies, productions et rendements des principales cultures vivrières (maïs, mil et sorgho) de 1987 à 2013 à l'échelle des secteurs de développement rural (SDR). Elles sont issues de la base de données de la CMDT, de la banque de données de l'OHVN, de CONTRY STAT de la FAO pour les données à l'échelle des secteurs et du pays.

S'agissant des données sur les infrastructures sanitaires, elles sont composées de : l'offre de soins publique de premier et de deuxième échelon (CSCoM et CSRéf) et de l'effectif des personnels de santé par district sanitaire ; ces données proviennent respectivement de l'Organisation des Nations Unies pour l'Enfance (UNICEF), l'Institut National de la Statistique, le fichier de Cartographie du Mali et de la Cellule de Planification et Statistique du Ministère de la Santé.

Enfin, les données sur l'éducation comprennent les coordonnées géographiques des écoles fonctionnelles et leur année d'ouverture fournies par le ministère de l'Éducation, le nombre d'écoles par commune en 1998 et 2009 issues respectivement du fichier de cartographie du Mali et du répertoire village produit par l'INSTAT en 2009.

MÉTHODES D'ANALYSE DES DONNÉES

L'étude part des analyses statistiques descriptives pour rendre compte de l'état des lieux des tendances démographiques et agricoles. Ensuite, des analyses de régression sont faites pour observer les relations entre les variables population, la production céréalière, superficie et rendement en vue de comprendre leur évolution dans le temps. Enfin, elle mobilise des méthodes de géoprocessing, d'analyses spatiales et de représentation cartographique pour appréhender les aspects d'accessibilité des populations rurales aux infrastructures de santé et d'éducation dans leur évolution.

DÉFINITION DE LA POPULATION RURALE

Dans le cadre de notre étude, la population rurale a été estimée en se référant à la définition 2 de l'INSTAT adoptée en 2009 ; selon laquelle : « *sont considérées comme communes urbaines, toutes les localités classées comme urbaines par les collectivités territoriales* ». Nous avons préféré cette définition au seuil de population, car, sur les 307 communes que comptent les zones cotonnières, la proportion de la population évoluant dans l'agriculture est supérieure à 50% dans 300 de ces communes [INSTAT, 2009]. De ce fait, le critère de seuil de population nous paraît un facteur de surestimation de la population urbaine.

ESTIMATION DE LA POPULATION RURALE

Après avoir structuré par village l'effectif de la population de l'ensemble de la zone d'étude, la population des communes classées urbaines par la LOI N°96-059 du 04 novembre 1996 a été retirée de la population totale des trois derniers recensements

de la population (1987, 1998 et 2009). Ensuite, à partir de cette population rurale, le taux d'accroissement intercensitaire (1987-1998 et 1998-2009) de la population est calculé en appliquant la formule suivante :

$$r = \sqrt[t]{\left(\frac{P_{n+a}}{P_n}\right)} - 1 \text{ où}$$

r = taux d'accroissement intercensitaire ; t = Intervalle de temps entre deux recensements dans le cas présent (11 ans) ; P_n = Population de l'année n .

Et enfin, la population des années intercensitaires est estimée en utilisant la formule suivante :

$$P_n = P_0 (1 + r)^n$$

P_0 est la population de l'année de départ (initiale) ; 1 est une constante, r est le taux brut d'accroissement intercensitaire et n l'intervalle de temps entre l'année de départ et celle d'arrivée. Les calculs ont concerné la population rurale du Mali et celle de la zone d'étude. Des résumés graphiques sont faits en croisant ainsi les populations rurales aux productions céréalières.

LA BUFFERISATION EUCLIDIENNE, UN OUTIL D'ANALYSE DE L'ACCESSIBILITÉ

La méthode de bufferisation (création de zone tampon) euclidienne a été utilisée pour apprécier l'évolution du parcours d'accès aux centres de santé entre 1987 et 2011. Cette méthode consiste à mesurer la distance dans un plan cartésien bidimensionnel, où les distances en ligne droite ou euclidiennes sont calculées entre deux points d'une surface plane.

Résultats

TENDANCES DÉMOGRAPHIQUES DANS LES ZONES COTONNIÈRES DU MALI

La population malienne est passée de 7,6 à 14,5 millions d'habitants entre 1987 et 2009. Pendant la même période, les zones cotonnières ont vu leur population se multiplier par 2,16; passant de 3,4 à 7,4 millions d'habitants. Cette forte croissance de la population est le résultat de la première phase de la transition démographique que connaît le Mali se caractérisant par un recul important du taux de mortalité grâce au progrès de la médecine et un taux de natalité élevé. Malgré une forte urbanisation du Mali, la population rurale continue aussi de croître à un rythme non négligeable. Cette situation est particulièrement importante dans les zones cotonnières (Figure 3).

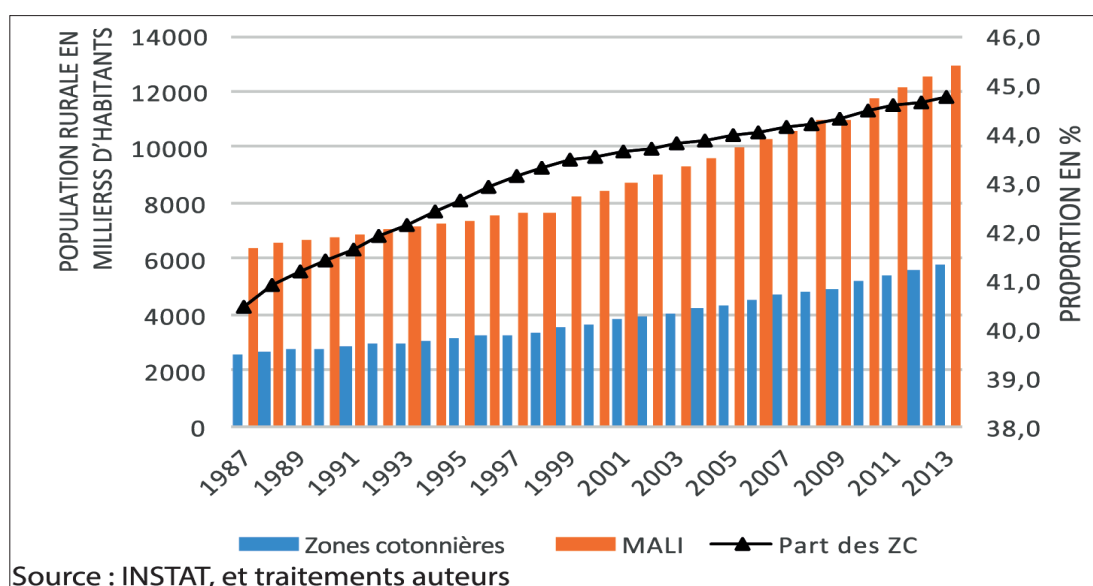


Figure 3: Evolution de la population rurale des zones cotonnières du Mali entre 1987 et 2013

La population rurale des zones cotonnières a augmenté d'environ 4% entre 1987 et 2012 passant de 40% de la population rurale totale du Mali à 44,7%. D'une part, cette évolution s'explique par un taux d'accroissement naturel élevé dans ces localités motivées par la satisfaction des besoins de main-d'œuvre agricole, mais aussi par des meilleures conditions climatiques favorables au développement agricole et la forte migration vers la zone. À ces facteurs, s'ajoute la présence d'importantes villes (Bamako, Sikasso, Koutiala etc...) qui attirent les populations de diverses régions du Mali et d'ailleurs.

DYNAMIQUE AGRICOLE DES ZONES COTONNIÈRES DU MALI

La croissance démographique s'est accompagnée en zones cotonnières du Mali par des progrès imminents dans le domaine de l'agriculture. Cette dynamique de la production agricole est fortement liée à l'extension des superficies cultivées et à l'augmentation des rendements (Tableau 1). La recherche agricole, l'encadrement technique des producteurs par la CMDT et l'OHVN, la subvention des intrants et des équipements agricoles par l'État ont permis d'atteindre ces résultats probants.

Tableau 1 : Corrélation entre Population et variables agricoles

Variables	Production	Superficie	Rendement	Population
Production	1	0,881	0,709	0,923
Superficie	0,881	1	0,305	0,846
Rendement	0,709	0,305	1	0,579
Population	0,923	0,846	0,579	1

L'analyse fait ressortir une forte corrélation positive entre la production et la population, la superficie et le rendement avec respectivement un coefficient de corrélation de 0,92 et de 0,88.

Dans l'ensemble, on assiste à une évolution croissante des productions agricoles depuis les années 1980.

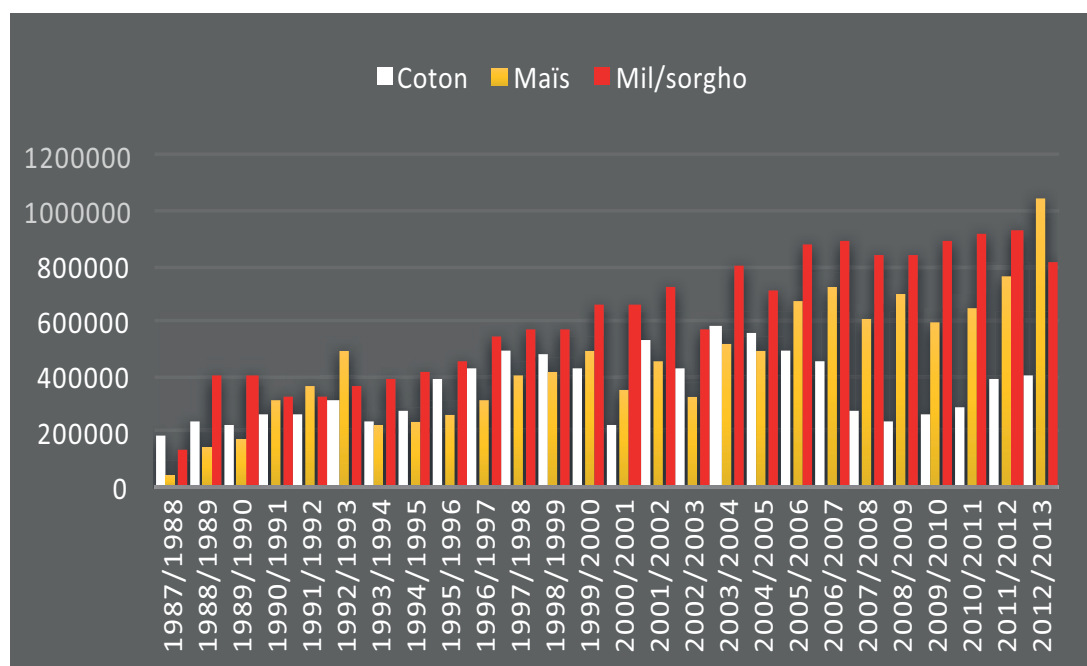


Figure 4: Evolution des superficies et productions céréalières de 1987 à 2013

Si la culture du coton a connu une évolution en dent de scie, il n'en est pas de même pour les cultures céréalières même si quelques périodes de détresses sont observées dans l'allure céréale du graphique (2002-2003 et 2008-2009) pour le maïs et (2002-2003) pour le mil/sorgho.

La production céréalière, estimée à 159258 tonnes en 1987, a connu une hausse jusqu'en 1993 où elle s'effrite puis reprend légèrement à partir de 1997 et connaît ensuite une évolution progressive, mais en forme de dent de scie. Après une chute importante en 2003, elle se stabilise et s'améliore pour atteindre le pic en 2012 avec environ 2 tonnes. On remarque également la même allure au niveau des superficies. Ces variations tendancielleres sont dues à celle de la production du coton. En effet, puisque le coton est généralement cultivé en rotation avec les céréales pluviales et offre des intrants-clés aux producteurs, les performances du secteur du coton influencent aussi fortement celles des chaînes de valeur céréalières. Dans un premier temps, nous remarquons que la part de la population rurale des zones cotonnières, bien qu'inférieure à 50%, va croissant. En 26 ans, elle a augmenté de 4% passant de 40 à 44% de la population rurale totale du Mali.

La part des zones cotonnières dans la production céréalière nationale a été multipliée par 4,6; passant de 11,5 à 53,5% entre 1987 et 2013. Pendant la période 1987-1999, les zones cotonnières ont produit 37% des céréales du Mali sur 34,5% des superficies totales cultivées en céréales et autour de la période 2000-2013, sur 39% des superficies totales emblavées en céréales elles ont produit 51,3% de céréales. Plusieurs facteurs sont à considérer pour expliquer les performances agricoles des zones cotonnières du Mali : les conditions climatiques, certes, peuvent être évoquées comme le tout premier facteur favorisant une bonne production ; mais elles sont insuffisantes pour expliquer la situation, non moins la densité de la population, car elles ne représentent que 44% de la population rurale du pays. Le facteur explicatif est en fait l'effet d'entraînement que la culture du coton joue incontestablement sur la culture des céréales, et ce de différentes manières. Selon [SCHWARTZ A, 1999], la culture du coton, pratiquée en rotation avec la culture céréalière, a tout d'abord pour effet de rompre la monoculture céréalière, ce qui est tout à fait positif sur le plan agronomique. Ensuite, la culture céréalière bénéficie de l'arrière-effet de l'engrais mis sur le coton, ce qui contribue à accroître le rendement de la culture céréalière de 20 à 30%. Et enfin, on peut ajouter l'encadrement de la zone par la CMDT et l'OHVN.

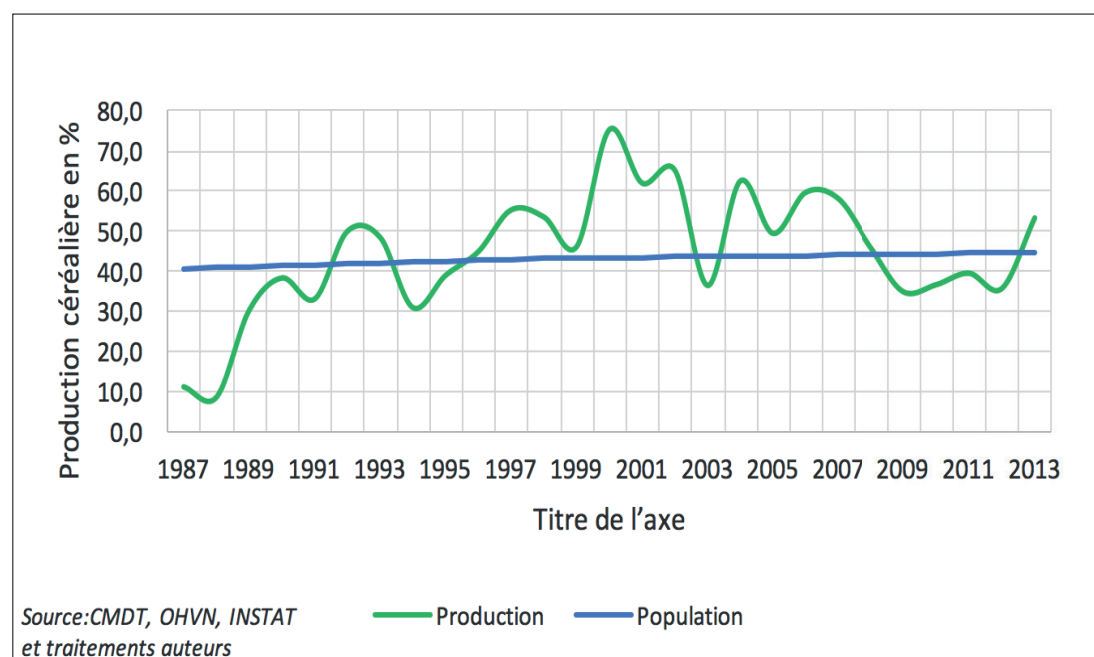


Figure 5 : Évolution de la part de la population et de la production céréalière des zones cotonnières par rapport à la situation nationale

Croissance de la population et satisfaction des besoins alimentaires

La contrainte majeure de la recherche en Afrique est le problème de données. Très peu de régions disposent des données nécessaires pour estimer un bilan alimentaire

complet incluant toutes les denrées alimentaires ; c'est la raison pour laquelle nous nous limitons à l'analyse de la production des principales cultures céréalières par habitant. Les denrées alimentaires sont constituées de la quantité de céréales (maïs, mil et sorgho) récoltée sur place. Les importations et les aides ou dons extérieurs ne sont pas concernés par cette analyse.

En effectuant une comparaison entre les quantités de céréales produites, par tête d'habitant et par an, dans les zones cotonnières et le reste du Mali, le constat est éloquent : alors que la production moyenne per capita est de 407 kg, la moyenne nationale est de 255 kg seulement, soit presque 1,5 fois moindre.

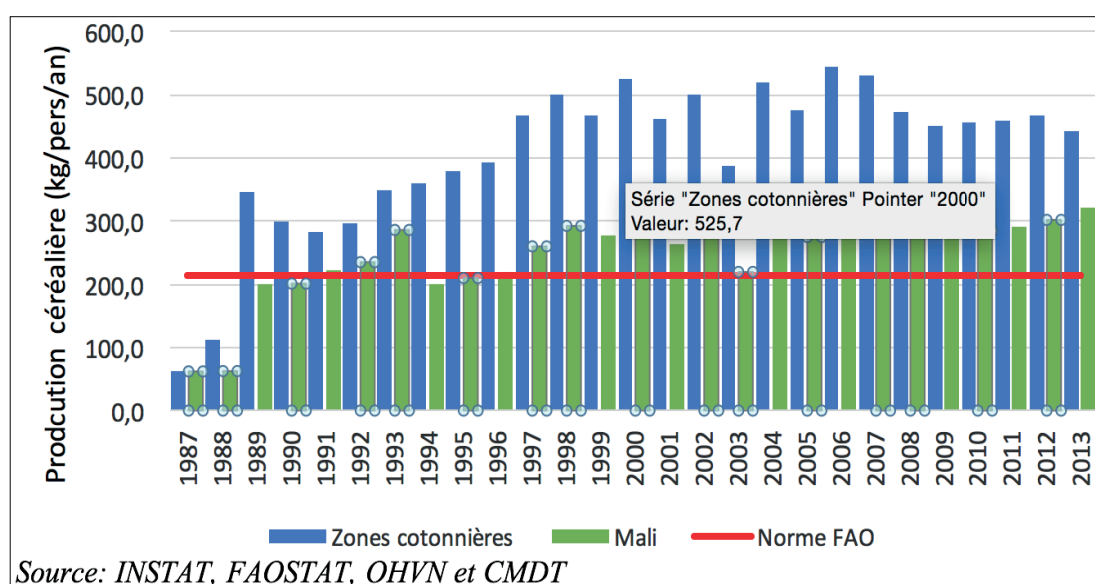


Figure 6 : Évolution comparée de la quantité de céréales disponible par personne au Mali et en zones cotonnières

Au-delà des moyennes, dans le temps, la production céréalière par personne a toujours été meilleure dans les zones cotonnières du Mali que dans les autres régions agricoles (Figure 6).

En effet, en dehors des deux premières années d'observation 1987 et 1988, les zones cotonnières ont toujours largement dépassé les estimations optimistes de la FAO qui ont été revues à la hausse depuis 2004, passant de 114 à 214 kg par personne et par an [FAO-MALI, 2013]. La quantité de production céréalière disponible est passée de 62 à 440 kg par personne et par an en zones cotonnières contre 62 à 320 pour l'ensemble du Mali. Du coup, au cours de la période d'observation (1987-2013), la part croissante de la population des zones cotonnières n'a pas eu d'effet négatif sur la production céréalière par personne et par an. Cependant, derrière cette situation générale satisfaisante se cachent des particularités.

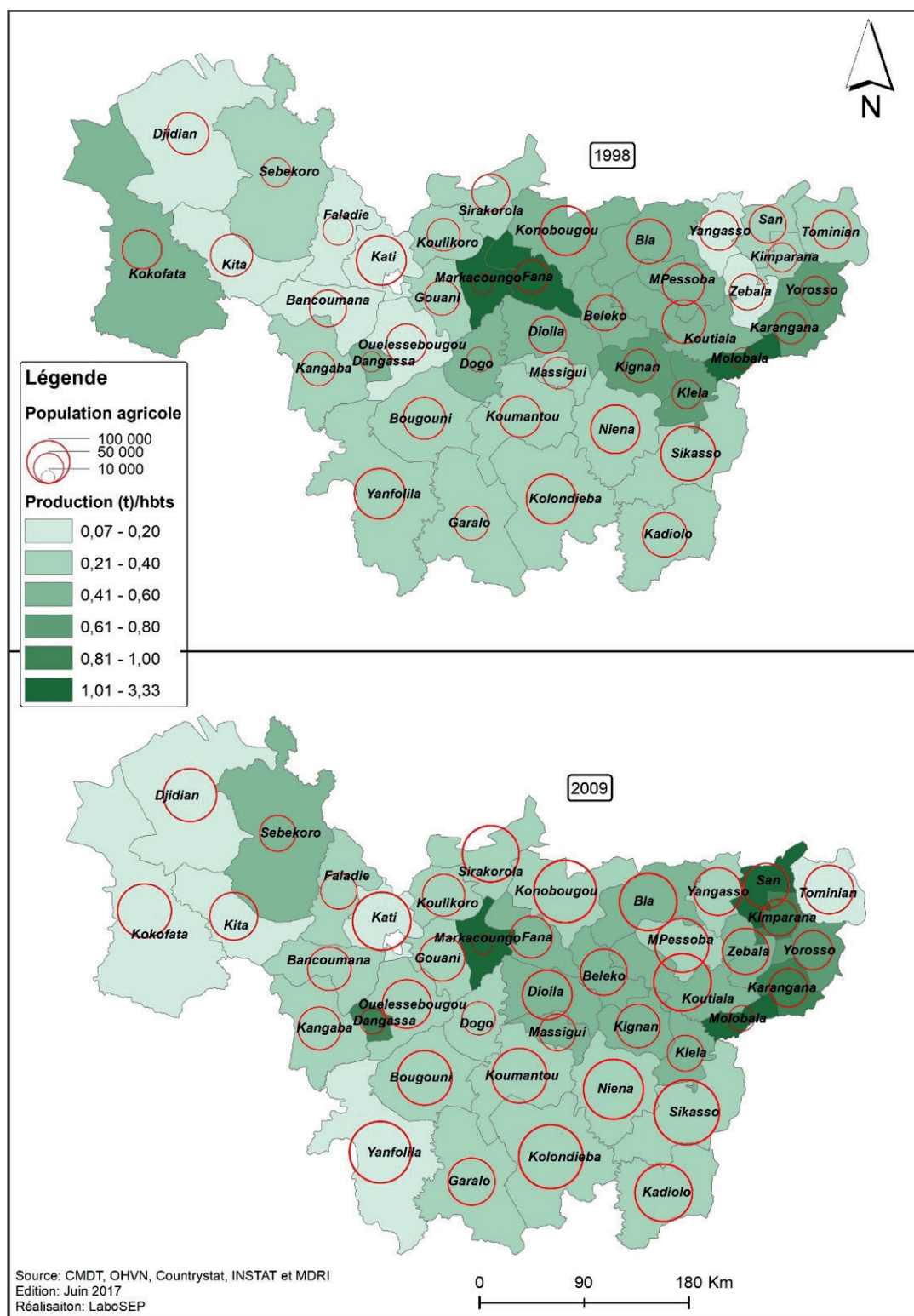


Figure 7 : Ratio production céréalière par population rurale en 1998 et 2009

Si la production céréalière par tête s'est améliorée au fil du temps, en observant

cette situation à une échelle fine (Secteur de Développement Rural), les tendances générales masquent d'énormes disparités internes.

Les deux cartes ci-dessus (Figure 7) font ressortir une influence importante de la croissance démographique sur la production céréalière par habitant. Le constat est poignant. Malgré un taux de production céréalière supérieur à celui de la croissance démographique avec respectivement 3,8 et 2,4% en moyenne, on assiste de même à une diminution de la quantité de céréales disponible par habitant entre 1998 et 2009. D'abord, les secteurs où l'effectif de la population a évolué modérément présentent les meilleurs ratios. C'est le cas de Kimparana, Karangana, Molobala, Markacungo et Dangassa. Ensuite les secteurs situés au sud du corridor Sikasso-Bancoumana, se maintiennent malgré une augmentation importante de la population, à l'exception des secteurs de Bougouni Sikasso et Yanfolila qui ont vu leur situation se détériorer.

CORRÉLATION ENTRE LA DENSITÉ DE LA POPULATION ET LA PRODUCTION CÉRÉALIÈRE

Pour affiner l'analyse, nous avons fait un test statistique pour observer le lien entre l'évolution des densités de la population et celle de la production céréalière par habitant.

Tableau 2 : *Matrice de corrélation entre les variables démographiques et de production agricole*

Variabiles	Densité	Prod/hbts	Sup/hbts	SigV1	SigV2	SigV3
Densité	1	0,676**	0,321*	0,000	0,052	
Prod/hbts	0,676**	1	0,829**		0,000	0,000
Sup/hbts	0,321*	0,829**	1	0,052		0,052

SigV1= signification production par habitant ; SigV2= Signification superficie par habitant ; SigV3= signification Densité de la population ; ** significatif à 0,01 ; * significatif à 0,05

À la lumière des résultats du test de corrélation (tableau 2), nous constatons que les variables production par habitant et superficie par habitant sont positivement corrélées avec la densité de la population. C'est-à-dire malgré la forte densité de la population, les zones cotonnières arrivent dans la plupart des secteurs à produire suffisamment pour couvrir les besoins alimentaires de sa population.

RELATION ENTRE CROISSANCE DÉMOGRAPHIQUE ET L'OFFRE DES SERVICES DE SANTÉ

Les indicateurs dont on dispose à ce sujet sont issus des estimations. Ils ne sont pas parfaits, mais ils permettent cependant de se faire une idée des progrès réalisés. L'accès géographique aux services de santé reste et demeure une préoccupation majeure au Mali. Les conditions d'accès se sont beaucoup améliorées dans ces dernières décennies. La distance moyenne entre les localités et le centre de santé le plus proche s'est considérablement réduite. En effet, de nombreuses politiques ont été

mis en place par les autorités et ses partenaires dans ce sens. Le Plan Décennal de Développement Sanitaire et Social (PDDSS), le Cadre Stratégique de Lutte contre la Pauvreté, les Objectifs du Millénaire pour le Développement ont permis de réaliser de nombreux centres de santé améliorant ainsi les conditions d'accès aux services de soins. Le taux d'accès au Paquet Minimum d'Activité dans un rayon de 5 km est passé de 5 à 49% entre 1987 et 2014 et de 50 à 87% dans un rayon de 15 km.

ACCÈS À L'ÉDUCATION DE BASE

Dans les milieux ruraux, les difficultés physiques d'accès à l'école constituent l'un des facteurs pénalisants souvent évoqués en matière de scolarisation au primaire, qu'il s'agisse de la fréquentation de l'école par les enfants en âge d'étudier, des retards de scolarisation ou des résultats scolaires [Diaz Olvera et al., 2005].

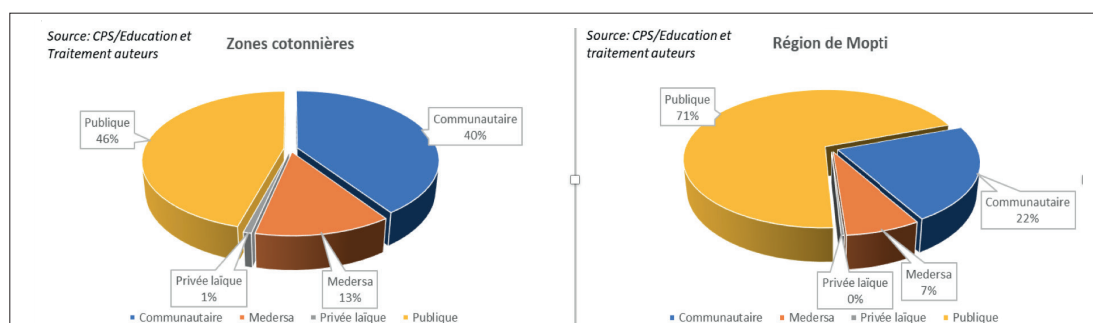


Figure 8 : Proportion des écoles primaires en zones cotonnières et dans la région de Mopti selon le statut

Les zones cotonnières se démarquent pratiquement de la région de Mopti en termes d'implications locales dans la création des écoles primaires (Figure 8). Cette tendance pourrait s'expliquer par les revenus du coton dont bénéficient les zones cotonnières. Cette implication des localités rurales en matière de financement d'école a diminué le parcours des élèves. Cependant, des inégalités sont observées selon les régions agricoles (Tableau 3).

Tableau 3: Des disparités d'accès géographique aux infrastructures scolaires des élèves selon les régions agricoles

Région agricole	1987	1998	2009	2017
Bougouni	7,71	3,16	1,85	1,73
Haute vallée du Niger	5,38	2,96	2,12	1,95
Nord soudano-sahélien	8,54	4,30	2,14	1,98
Nouvelle zone cotonnière	15,26	9,42	5,07	5,00
Sikasso	8,07	2,81	1,86	1,76

Région agricole	1987	1998	2009	2017
Vieux bassin	6,73	3,50	1,96	1,84
Zone d'extension du sud	9,29	2,74	1,78	1,70
Moyenne générale	8,08	3,80	2,24	2,11

Source : traitement auteurs

humain de qualité [J-P GUENGANT, 2011]. A l'origine, l'enjeu exprimé par les familles dans la création des écoles n'était pas de scolariser tous les enfants, mais plutôt de scolariser certains, qui rendront des services à la famille grâce à leur maîtrise des codes de l'administration et des entreprises agro-commerciales de la zone : savoir vérifier la pesée du coton, lire les bordereaux de livraison, les notices des produits phytosanitaires, voire pouvoir être employé un jour à l'usine d'égrenage du coton [Martin J-Y, 2003].

CONCLUSION

Cette étude avait pour objectif d'analyser les relations entre l'évolution de la population et la dynamique agricole à travers les surfaces, les productions et la production céréalière par habitant d'une part et l'accès à des services de base comme l'éducation et la santé d'autre part. La combinaison des méthodes d'analyses statistiques, spatiales, géostatistiques et cartographiques ont permis de faire l'état des tendances démographiques et d'analyser les capacités des zones cotonnières à répondre aux besoins alimentaires et d'infrastructures de santé et d'éducation d'une population en forte croissance.

Les résultats révèlent une croissance démographique supérieure à la moyenne nationale avec un taux d'accroissement de 4,2% entre 1998 et 2009. L'étude a mis en évidence des relations positives entre la croissance démographique et la production céréalière par habitant. Dans l'ensemble, la production céréalière couvre largement les besoins de consommation de la population rurale et permet de dégager des excédents pour les villes du fait d'un taux de croissance de la production supérieur à celui de la population. Par ailleurs, il ressort de l'étude une diminution du rapport production/personne en 2009 par rapport à 1998 dans les secteurs ayant connu une augmentation importante de leur population faisant rebondir la question de déséquilibre production/population. L'accès à la santé et aux infrastructures scolaires s'est amélioré au fil du temps malgré la forte demande.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BAINVILLE S et DUFUMIER M, 2007, *Transformations de l'agriculture et reconfiguration des terroirs au sud-mali : une «pression démographique» à relativiser*. *Belgeo*, 4 (2007), *Changes in West African territories*, p. 403-414.
- BANQUE MONDIALE, 2009, *Le Mali face au défi démographique*. Bamako, Banque Mondiale, 102 p.
- CHALEARD, J-L, 2010, *Les réponses de l'agriculture aux défis démo-économiques*. *Bulletin de l'Association de géographes français*, 87^e année, 2010-1, pp.40-55
- FAO-MALI, 2013, *Cadre de Programmation Pays (CPP) 2013-2017*. Bamako, 83 p.
- GUENGANT, J-P et MAY, John F, 2011, *L'Afrique subsaharienne dans la démographie mondiale*. *Études*, volume 415, no. 10, pp. 305-316.
- GUENGANT J-P, 2011, *Comment Bénéficier du dividende démographique ? La démographie au centre des trajectoires de développement dans les pays de l'UEMOA*. Paris, Agence Française de Développement, 53 p.
- JOUVE P, 2006, *Transition agraire : la croissance démographique, une opportunité ou une contrainte ? Afrique contemporaine*, 2006/1, n°217, pp 43-54.
- JOUVE, P, (2004), *La croissance démographique, frein ou opportunité pour une intensification agricole durable en Afrique subsaharienne ?* *Courrier de l'environnement de l'INRA*, n° 52, pp 101-106
- LELE Uma, STONE, STEVEN W, 1989, *Pression démographique, environnement et intensification agricole : modifications apportées à l'hypothèse de Boserup*. 134p. [en ligne]:<http://documents.banquemondiale.org/curated/fr/383051468767061087/Pression-demographique-environnement-et-intensification-agricole-modifications-apportees-a-l-hypothese-de-Boserup> (consulté le 01/06/2017)
- MARTIN J-Y, 2003, *Les écoles spontanées en Afrique subsaharienne. Champ éducatif et contre-champ scolaire*, *Cahier d'études africaines volume 169-170* ; p 20-39
- MINISTERE DE LA SANTE, *Cellule de planification et de statistique*, 2009, *Plan Décennal de Développement Sanitaire et Social 1998-2007*, Bamako, 138 P.
- MINISTERE DE LA SANTE, *Direction nationale de la santé*, 2014, *Annuaire Système Local d'Information Sanitaire*, Bamako, 163 p.
- OCDE, (2006), *Le coton en Afrique de l'Ouest: un enjeu économique et social*, édition OCDE, 135p.
- ODHD-Mali, 2009, *Observatoire du Développement Humain Durable*, Bamako, Ministère du développement social de la solidarité et des personnes âgées, 92 p.
- ORGANISATION DES NATIONS UNIES, 2015, *Transformer notre monde : le Programme de développement durable à l'horizon 2030*, L'assemblée générale, 70^{ème} session, résolution 70/1, P 38.
- PAPO, CI.; BIRABEN, J-N et PAILLAT, P, 1965, *Aspects démographiques du développement de l'agriculture et de la production de denrées alimentaires*, 20^{ème} Année, n° 6, pp 1069-1074.
- REPUBLIQUE DU MALI, *Commissariat à la sécurité alimentaire*, *Système d'Alerte Précoce (SAP)*, 2009, *Etude de base de la Sécurité Alimentaire et de la Nutrition (EBSAN)*, Bamako, 97 p.
- SANGLI G et TALLET B, 2012, *Dynamiques démographiques et répartition du peuplement. Vers une nouvelle géographie du peuplement dans le Grand Sud-Ouest du Burkina Faso ? Espace Populations et Sociétés, Les peuples autochtones. Une approche géographique des autochtonies ?* p 99-110.
- SCHWARTZ A, 2000, *Culture du coton, sécurité alimentaire et développement durable dans les savanes de*

l'Afrique subsaharienne. L'exemple du Burkina Faso, Colloque : sécurité alimentaire et le développement durable, 2 décembre 1999, Paris, Lavoisier, P 190-198

VERGEZ, A, 2011, Intensifier l'agriculture en Afrique, réponse aux défis alimentaires et environnementaux ? Afrique contemporaine, n° 237, p. 29-43.

INSTALLATION ET INTÉGRATION DES MIGRANTS AGRICOLAS EN ZONES COTONNIÈRES AU MALI : CAS DES VILLAGES DE NAFÉGUE À KADIOLO ET KATABANTANKOTO À KITA

*SOUMARÉ Mamy : Département de Géographie, Faculté d'Histoire et de
Géographie, Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Mali*

COULIBALY Baba: Institut des Sciences Humaines de Bamako, Mali

*TRAORÉ Alou : Unité Système d'Information Géographique et Télédétection,
Labosep, CRR A de Sotuba, IER, Bamako, Mali.*

Auteur correspondant : Alou TRAORÉ : alou_48@yahoo.fr

RÉSUMÉ

Historiquement et culturellement, le Mali est un pays de migration vers l'intérieur comme l'extérieur. Chaque année, la migration concerne plus 300 000 personnes. Et, cette migration se fait principalement d'une zone rurale vers une autre (80% des mouvements). Si autrefois, les mouvements migratoires intra-maliens étaient d'ordre social ou politique, depuis un demi-siècle, les motivations économiques sont de plus en plus importantes : de la zone de cultures de céréales sèches de Kolokani vers la nouvelle zone cotonnière de Kita, des zones sahéliennes de San-Bla et du Vieux bassin cotonnier vers les zones d'extension du Sud (Sikasso-Kadiolo et Sud de Bougouni). À leur arrivée, les migrants ne s'installent pas dans les villages hôtes et sur les nouvelles terres agricoles qui leur sont accordées sans difficulté. Ces migrants, dans leurs stratégies d'établissement et de développement, mettent en place des pratiques spatiales élaborées et entretiennent des relations complexes avec la communauté d'accueil qui, du reste, développe à son tour des stratégies plus ou moins perceptibles pour faire face aux arrivants. La présente communication fait une analyse des stratégies de conquête spatiale et d'intégration économique des migrants et des relations complexes qu'ils entretiennent avec les communautés d'accueil. La méthodologie s'appuie sur des enquêtes exhaustives pour faire la trajectoire socio-spatiale des migrants dans deux villages dans les zones d'extension du sud du Mali (Kadiolo et Kita). Les résultats montrent des vagues de migrations plus récentes vers les zones de Kadiolo alors qu'à Kita, elles sont plus anciennes. En plus, on note une forte intégration des migrants dans les dynamiques collectives et dans la vie socio-économique de façon générale. Par contre, une fois installé, le migrant subit une stratégie de cantonnement et de limitation des possibilités d'extension des terres qui lui sont attribuées.

Mot clés : Stratégie spatiale, migrants, agriculture, zone cotonnière

SUMMARY

Historically and culturally, Mali is a country of migration inside and outside the country. If in the past, intra-Malian migration movements were due to social or political reasons, but for half century, economic motivations are more and more important: from Belédougou to the Nouvelle Zone Cotonnière of Kita, Sahelian areas of Bendougou and Vieux Bassin Cotonnier to the extension areas of southern (Sikasso-Kadiolo and South Bougouni). On arrival, the migrants do not settle in the host villages and on the new agricultural lands without difficulties. These migrants, in their settlement and development strategies, implement elaborate spatial practices and maintain complex relationships with the host community which develops more or less perceptible strategies to cope with newcomers. This paper analyzes the strategies of spatial conquest and economic integration of migrants and their complex relations with host communities. The methodology is based on comprehensive surveys to make the socio-spatial trajectory of migrants in two villages in the southern Mali extension areas and the Nouvelle Zone cotonnière (Kadiolo and Kita). The results show more recent waves of migrations to the Kadiolo areas whereas in Kita they are older. In addition, there is a strong integration of migrants in the collective dynamics and in the socio-economic life in a general way. On the other hand, once installed, the migrant undergoes a strategy of cantonment and limitation of the possibilities of extension of the lands which are allotted to him.

Key words: Space strategy, migrants, agriculture, cotton zone

INTRODUCTION

La migration peut être considérée comme un investissement intermédiaire qui peut permettre aux ménages ruraux d'adopter des techniques de production plus efficaces (Faini, 2006) et accéder à des ressources de qualité et de quantité suffisantes. Pour Docquier (2007), la pression migratoire a augmenté ces dernières années et devrait s'intensifier dans les prochaines décennies.

Le Mali de par son histoire et sa culture est un pays d'émigration (Diarra, 2005). Chaque année, plus 300 000 Maliens migrent (OIM, 2018) et 80% des migrations se font en destination des zones rurales (Diarra, 2005). Le pays a une politique d'immigration très peu restrictive et les migrants jouissent des mêmes droits sociaux et économiques que le reste de la population. Les motifs de départ sont d'ordre social, économique, environnemental ou politique. Cependant, la migration économique et surtout agricole est la plus importante au Mali et dans la sous-région depuis l'époque coloniale (Amin, 2018) : front pionnier de plantation au nord de la Côte d'Ivoire et au Ghana, bassin arachide à l'ouest du Sénégal et zone cotonnière au sud du Mali et au nord de la Côte d'Ivoire. La mobilité de cette main-d'œuvre peu qualifiée et essentiellement agricole a joué un rôle clé dans le développement économique des zones d'accueil. Bessard (2003) démontre une forte corrélation positive entre l'essor économique de la Côte d'Ivoire et l'afflux des millions de Maliens et Voltaïques de 1970 à 1990.

Au Mali, les deux principaux pôles de développement agricole du pays (Office du Niger et zone cotonnière) suscitent des déplacements qui se font, du Nord vers le Sud (plateau dogon à la zone cotonnière), du Bélé Dougou vers le Nord-Ouest (Kita), du Sud Est (Koutiala) vers l'extrême Sud (Kadiolo), du sud vers le centre (Office du Niger) et des villages vers les villes.

En milieu rural, les migrants qui arrivent s'installent avec des objectifs et des stratégies à visée économique : « les migrations ne sont pas des «fuites en avant», mais résultent de stratégies raisonnées en fonction des opportunités économiques » (Bessard, 2003). En venant vers les zones cotonnières, ils comptent sur l'exploitation des sols fertiles et l'accès au soutien de la filière coton accès aux intrants pour le coton et les céréales, prix d'achat garanti et appui technique.

Mais leur projet est souvent confronté à des stratégies de défense ou de confinement des voire de marginalisation agriculteurs locaux. Les tensions peuvent naître de la compétition dans l'accès aux ressources (Drabo, 2000), mais pas seulement. Dugué et al. (2004) ont mis en évidence des conflits autour de l'accès aux ressources dans des régions au nord de la Côte d'Ivoire où la densité de la population n'était que 20 habitants/Km². Ils trouvent que, inversement, les migrants aussi s'installent dans des approches « d'exploitations rapides ». En somme, l'accueil et l'intégration

des migrants restent toujours problématiques.

L'objectif de la présente communication est d'analyser les stratégies de conquête spatiale et d'intégration économique des migrants et des relations complexes que les migrants entretiennent avec les communautés d'accueil. Après avoir déterminé les caractéristiques sociales des migrants, l'article montre les vagues de mouvements migratoires entre les zones de départ et d'arrivée. Ensuite, il met l'accent sur les stratégies spatiales des migrants et leur niveau d'insertion socio-économique au sein des villages hôtes.

MÉTHODE ET MATÉRIELS

PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

La zone cotonnière du Mali occupe toute la partie sud du pays et se situe entre 4° et 10,5° degrés longitudes ouest et 10° et 14,5° degrés latitudes nord avec une pluviométrie moyenne variant de 700 à 1400 mm. La zone recouvre une superficie de 150 000 Km², pour une population estimée à 8 millions d'habitants en 2017.

La zone cotonnière a été classée en 6 régions agricoles ou agrosystèmes selon des facteurs déterminants tels que le climat, la végétation, les densités de peuplement, la structure des exploitations et les pratiques (Soumaré, 2008). Ces unités sont : la zone Nord Soudano Sahélienne, le Vieux Bassin, la zone hétérogène en équilibre, les zones libres du Sud, la région de Koulikoro ou la zone haute vallée du Niger et enfin la zone de culture récente du coton. L'étude concerne principalement les zones libres du Sud (avec le village de Nafégue) et la zone de culture récente du coton (avec le village de Katabantankoto) (Figure 1), où le potentiel d'extension des espaces cultivé reste important.

Le village de Nafégue (6°30' à 5°55'30"ouest et 10°26'10" à 10° 31'40" nord) est situé dans l'extrême sud du Mali (Figure 1) vers la frontière ivoirienne. Il couvre une superficie de 34,17 km². Son climat est de type soudanien avec 1000 mm de pluie par an. L'année se divise en deux saisons : la saison pluvieuse de mai à octobre et la saison sèche de novembre à avril. Le relief est caractérisé par le plateau, haut glacis, bas glacis et un bas-fond très fertile d'une superficie d'environ 234 ha. La végétation est composée par la savane arborée (dominante), arbustive, herbeuse, boisée, galerie, forêt classée.

Les activités économiques sont dominées par l'agriculture. Les cultures pratiquées sont le coton, le maïs, le sorgho, le mil, le riz, l'arachide, patate douce et le niébé. La première spéculation est le coton, suivi du maïs dont la production est aussi importante. La culture du coton est une tradition au village. Sa population est de 1488 habitants et essentiellement composée de Sénoufo, Peulh et Minianka.

Le village de Katabantankoto est situé dans la nouvelle zone cotonnière cercle de Kita ($9^{\circ}55'30''$ à $9^{\circ}49'30''$ ouest et $12^{\circ}51'40''$ à $12^{\circ}6'20''$ nord) au sud-ouest du Mali (Figure 1). D'une superficie de 29 Km², le terroir a un climat caractérisé par deux saisons : une saison de pluie qui s'étend sur 4 mois (juin à septembre) et une saison sèche durant le reste de l'année (octobre à juin). La pluviométrie annuelle oscille entre 800 à 1000 mm. Le relief est composé de plateaux et de glacis. La végétation est dominée par la savane arborée sur les plateaux et de galerie dans les parties basses. Katabantankoto comptait une population de 1630 habitants en 2009, composée principalement des Malinkés. Jusqu'au début de la culture du coton dans les années 1995, l'agriculture était fortement dominée par l'arachide depuis l'époque coloniale. À ces deux cultures sont associées les céréales maïs, mil et sorgho en plus de l'élevage bovin.

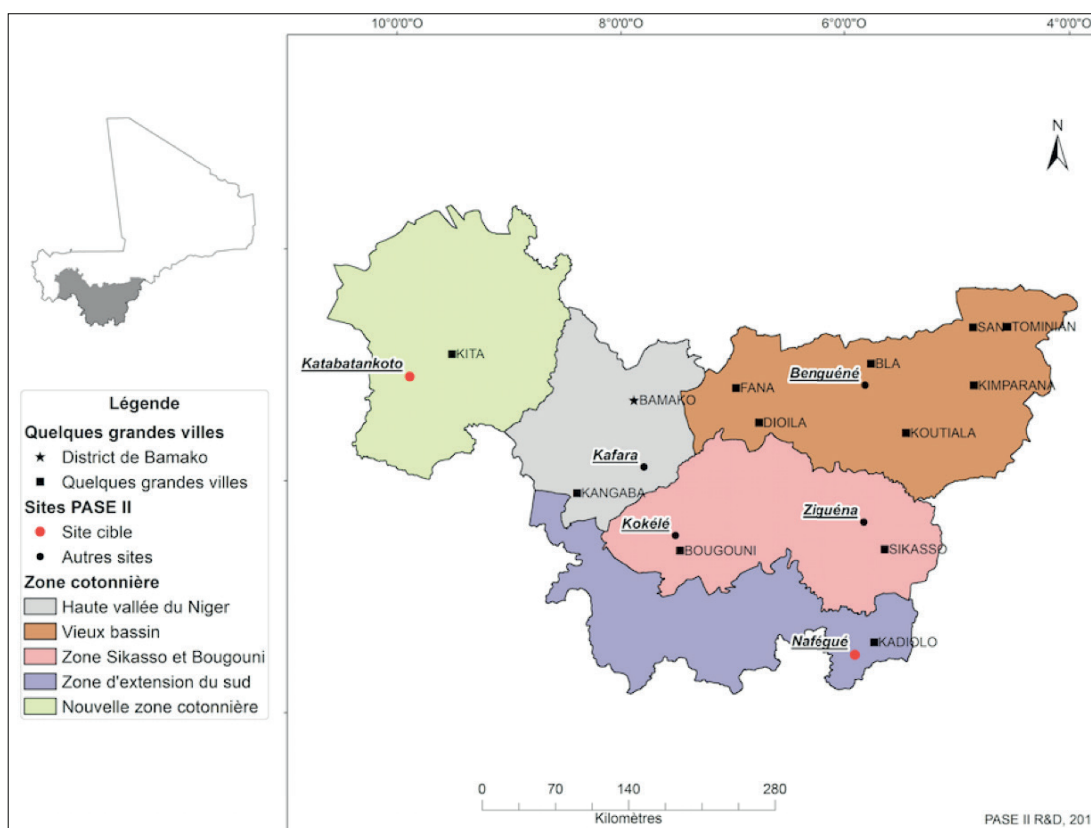


Figure 1 : Localisation du terroir de Nafégue et Katabantankoto dans la zone cotonnière du Mali

MÉTHODOLOGIE

La démarche de caractérisation consiste à analyser les stratégies spatiales des migrants en utilisant des approches qualitative et quantitative : enquêtes de terrain, cartographie thématique et entretiens semis-direct.

CHOIX DES EXPLOITATIONS

L'étude est partie d'une première enquête exhaustive de toutes les exploitations des deux villages. Cette enquête a identifié 54 exploitants dont 7 migrants à Nafégue (13% des exploitations agricoles) et 62 exploitants dont 8 migrants à Katabantankoto (12% des exploitations agricoles). Les enquêtes de terrain se sont adressées aux 15 migrants identifiés dans les 2 villages.

Enquête de terrain

Elle s'est déroulée en trois étapes. Une première étape a permis de comprendre la structure des exploitations des familles migrantes en termes de démographie, nature du cheptel, type d'équipement agricole, nature des propriétés foncières, type d'assolement et production agricole. En deuxième étape, on a procédé à la localisation des champs des migrants et à l'évolution de leur extension spatiale depuis l'installation de la famille dans le village. Ce travail de cartographie de l'extension des champs cultivés fut effectué également chez toutes les familles autochtones partageant des frontières avec les migrants. Enfin en troisième étape, les enquêtes réalisées auprès des exploitations ont été complétées par des entretiens auprès des personnes-ressources comme les chefs de village, les chefs coutumiers, responsables éducatifs, élus locaux. Ces enquêtes ont permis de connaître les conditions d'accueil des migrants, leur accès à la terre, leurs rôles dans la gestion des ressources naturelles et leur degré d'implication dans les activités socio-économiques des deux villages concernés. Les données ainsi collectées ont été traduites avant d'être analysées selon la méthode Blanchet (Blanchet et al, 2007).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

CARACTÉRISTIQUE SOCIALE DES MIGRANTS

Âge et ethnie

Le profil par âge des migrants agricoles de la zone de Nafégue est dominé par la tranche d'âge 46-55 ans (71%) alors qu'à Katabantankoto, c'est la tranche d'âge de plus de 55 ans qui est majoritaire avec 57% (Tableau 1). De ces données, on peut déduire des migrants jeunes (1/3) et des migrants assez anciens pour le reste.

Tableau 1 : *Caractéristique par âge des migrants*

Village	Classe d'âge		
	+55	30-45	46-55
Nafégue	-	29	71
Katabantankoto	57	29	29

Les migrants sont des ethnies : Bambara, Kékéréka, Malinké, Minianka et Peulh. Parmi ces ethnies les Minianka et Malinké sont les plus dominants respectivement à Nafégue et à Katabantankoto (Tableau 2).

Tableau 2 : Caractéristique par ethnie des migrants

Village	Ethnie				
	Bambara	Kékéréka	Malinké	Minianka	Peulh
Nafégue	-	-	-	71	29
Katabantankoto	14	14	86	0	0
Total général	14	14	86	71	29

Activités socio-professionnelles

Les activités socio-professionnelles des migrants de la zone cotonnière sont principalement l'agriculture, le commerce et l'élevage. Dans les deux villages, l'agriculture reste l'activité dominante avec respectivement 71% à Nafégue et 86% à Katabantankoto.

Tableau 2 : Caractéristique par ethnie des migrants

Village	Activités principales		
	Agriculture	Commerce	Eleveur
Nafégue	71	-	43
Katabantankoto	86	14	0
Total général	73	7	20

Vagues de migration

La Figure 2 montre deux vagues de migrants : une première avant les années 90 et l'autre après les années 2000. Plus de 60% de migrants de Nafégue sont arrivés dans les années 2000 contre seulement 34% vers les années 1990. Par contre, les migrants de Katabantankoto sont à 86% de la vague d'avant les années 90. Dans ces familles migrantes, la majorité des personnes est née dans le village.

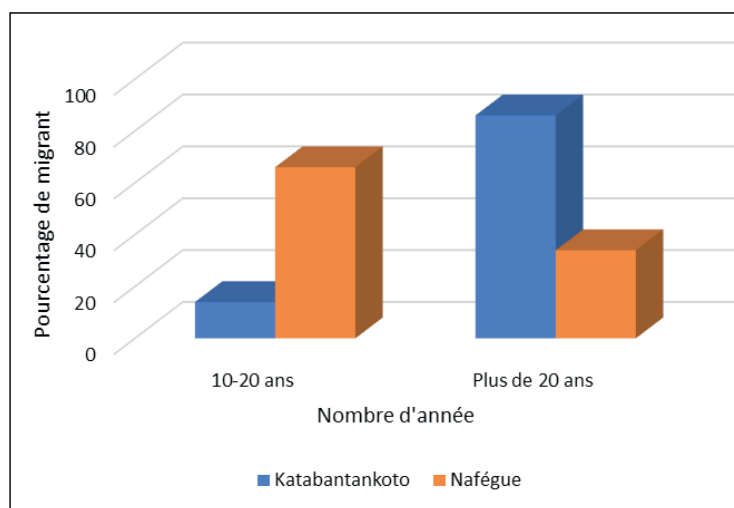


Figure 2 : *Année d'arrivée des migrants*

ORIGINE DES MIGRANTS

Les migrants de Nafégue partent principalement de Koutiala à 86% et de Bla à 14% ; deux localités situées respectivement à 280 km et 370 Km (Figure 3). Si ces zones de départ sont réputées pour leurs conditions climatiques favorables à l'agriculture et à l'élevage; la forte pression anthropique sur les ressources naturelles conjuguée à une forte densité historique et une augmentation des surfaces cultivée depuis les 1970 ont conduit à une saturation de l'espace, d'où la forte proportion de départ à la recherche de nouvelles zones propices à l'agriculture.

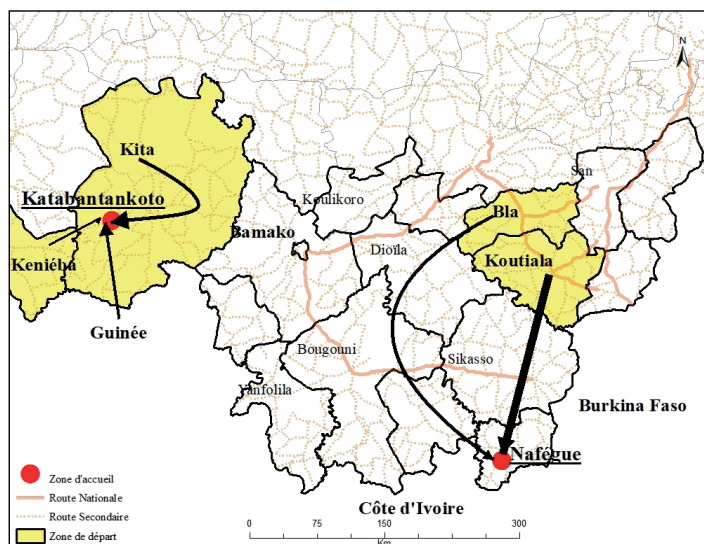


Figure 3 : *Schéma illustratif de l'origine des migrants de Nafégue et Katabantankoto*

À Katabantankoto, contrairement à Nafégue, les migrants sont à 84% originaires

des villages du même cercle (Kita). Si à Nafégue, la forte pression anthropique sur les ressources naturelles plus un surpeuplement est le principal motif des départs vers cette zone, à Katabantankoto, c'est pour des raisons sociales et familiales.

Les résultats (Figure 4) montrent que les raisons des mouvements migratoires sont d'ordre professionnel et social. À Nafégue, l'insuffisance d'espace de pâturage et agricole est la principale des raisons de l'arrivée des migrants. À Katabantankoto, la reconstitution du tissu familial est la raison dominante de départ des migrants : reconstitution du tissu familial, divorce de leur mère et/ou le décès du père, avec parfois des conflits engendrés qui les poussent à rejoindre les familles matrilineaires et/ou patrilineaires. Les facteurs déterminants des migrations ne seraient donc pas essentiellement liés aux seuls facteurs de pauvreté (pauvreté de conditions de vie, pauvreté monétaire ou de revenu et pauvreté de potentialité).

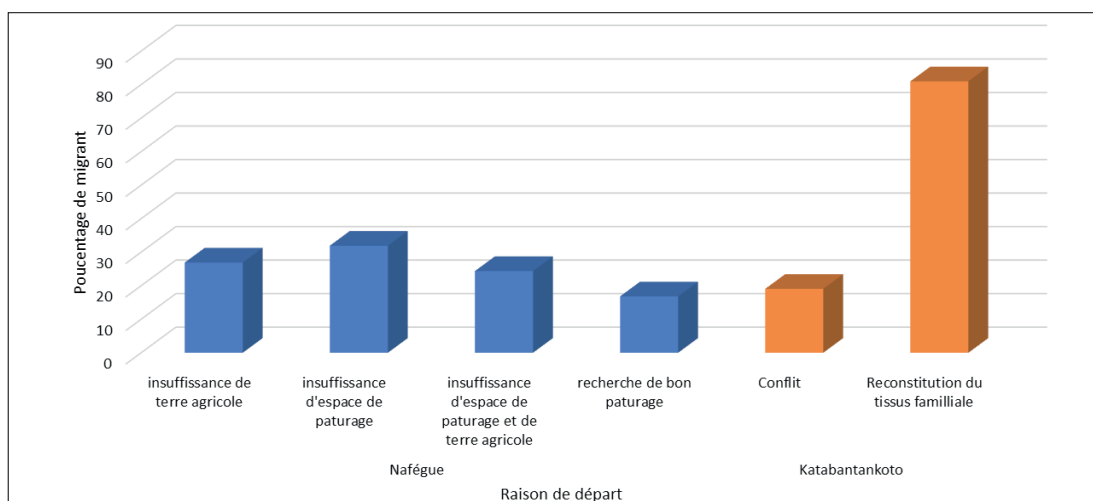


Figure 4 : *Raisons de départ des migrants*

STRATÉGIES SPATIALES D'INSTALLATION DES MIGRANTS

Dans les deux zones, les migrants à leur arrivée bénéficient de parcelles pour bâtir leur maison et de terres pour l'agriculture. Selon le village et les circonstances, ces terres sont mises à la disposition des migrants soit par le chef de village, soit par les propriétaires terriens, ou par le biais des autochtones qui les reçoivent en tant que « Djatigui » : hôte.

Le choix de ces champs se fait sur la base de critères pas toujours favorables aux migrants. Ainsi à Nafégue, les résultats montrent que plus de 70% des champs des migrants se situent sur le haut glacis (zone moins propice à l'agriculture). Aucun migrant n'a de parcelles dans le bas-fond qui est une zone de forte potentialité agricole. En plus, la presque totalité des parcelles des migrants est localisée à plus de 1 km du village (Figure 5).

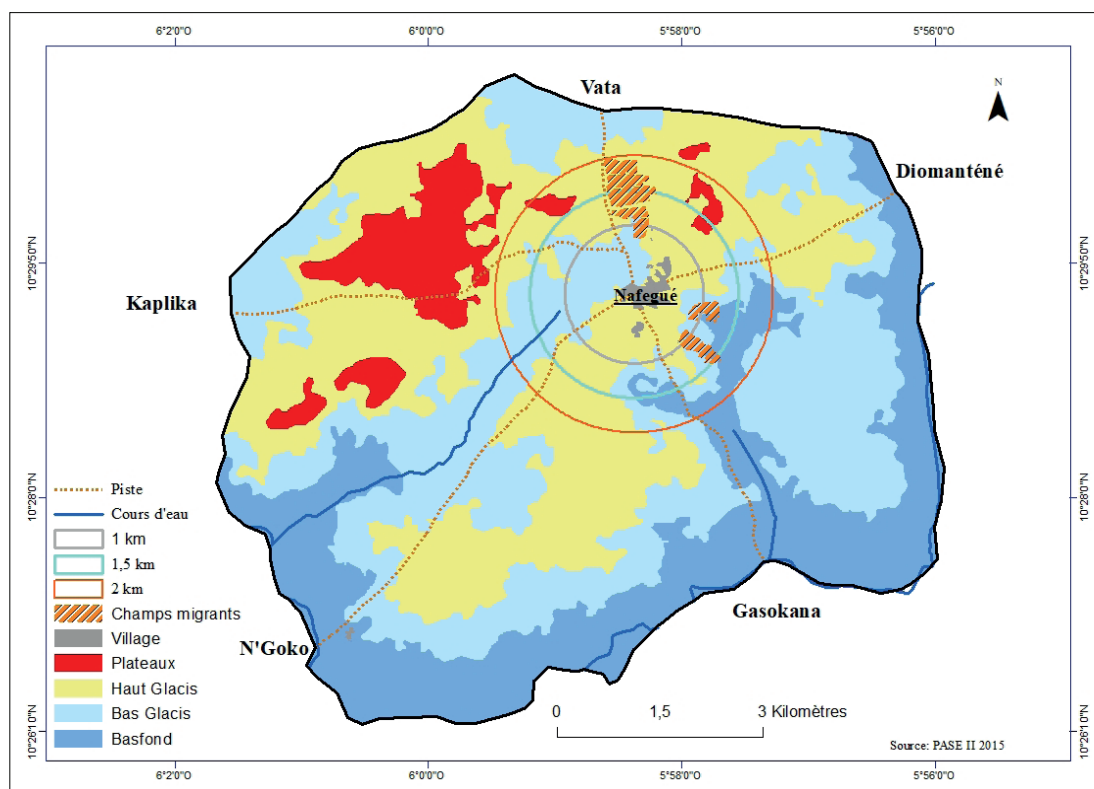


Figure 5 : Localisation des champs des migrants à Nafegué

À Katabantankoto, on note que 86% des champs des migrants se trouvent sur le bas glacis et environ 30 des 44 ha des migrants sont situés entre 1,5 et 3 km du village (Figure 6). Ces champs de migrants sont localisés dans les zones favorables à l'agriculture et la distance qui les sépare du village est la même que pour les autochtones.

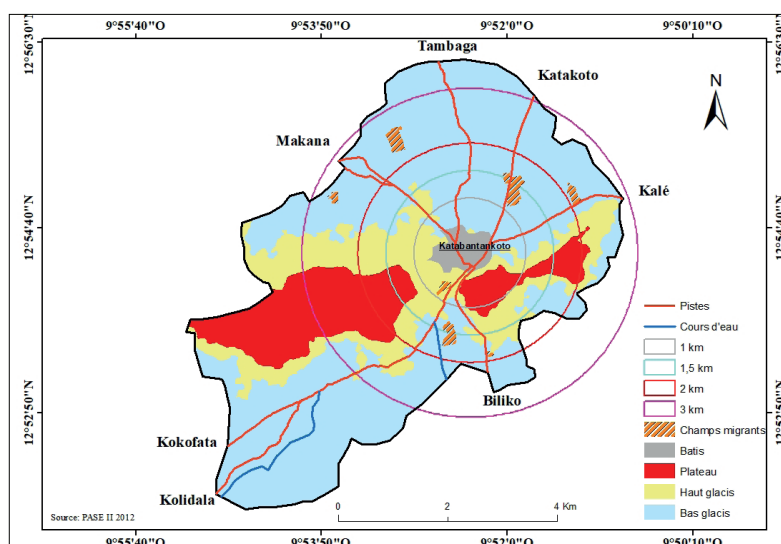


Figure 6 : Localisation des champs des migrants à Katabantankoto

EVOLUTION SPATIO-TEMPORELLE DES CHAMPS DES MIGRANTS

L'analyse de l'évolution spatio-temporelle des champs des migrants montre une importante augmentation des superficies des migrants entre leurs dates d'installation (avant les années 90 ou depuis 2000) et 2016 (Figure 7). À Nafégue, les superficies ont été multipliées par 3 alors qu'à Katabantakoto, elles ont, à peine, augmenté de 30%. Cette différence dans les dynamiques s'explique certainement par les motivations économiques des migrants à Nafégue.

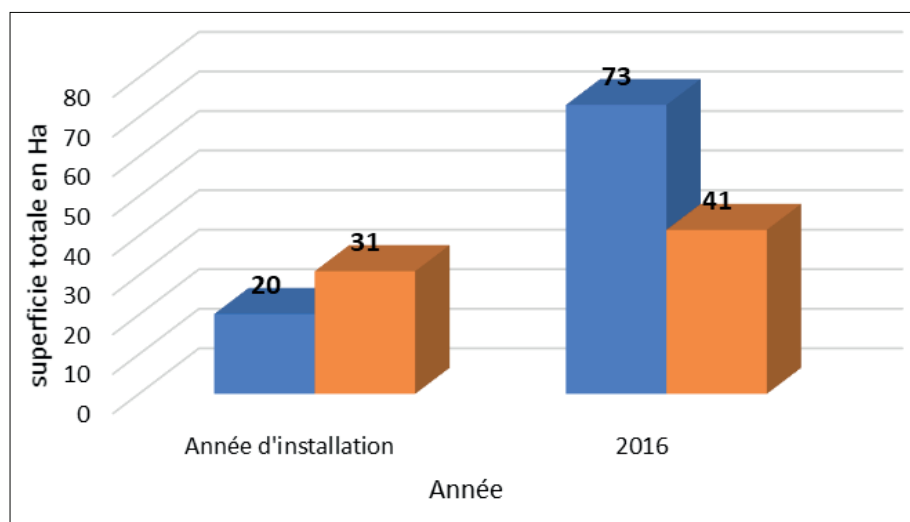


Figure 7 : *Évolution des superficies des migrants depuis leur installation dans les villages de Nafégue et Katabantankoto*

INSERTION SOCIO-ÉCONOMIQUE DES MIGRANTS

L'insertion sociale et économique est une étape importante dans la vie d'un migrant, car elle lui permet de repartir sur une nouvelle base et de s'épanouir. Selon Dayton-Johnson J. et Xenogiani T. (2007), à l'échelle d'un pays, les politiques d'insertion et d'intégration sociale des migrants touchent à l'éducation, au logement et à l'aménagement du territoire, à la santé, et aux mesures qui régulent l'acquisition de la citoyenneté.

Dans les cas, on note un niveau d'insertion très fort, car les migrants participent à toutes les activités socio-économiques du village. Ils sont tous membres de la Coopérative des Producteurs du Coton (CPC). La CPC est une organisation paysanne très importante dans l'approvisionnement des intrants et de l'octroi de crédits agricoles dans les villages de la zone cotonnière. Visiblement, l'insertion socio-économique des migrants s'est faite plus facilement et sans tension à Katabantankoto et Nafégue en raison des raisons des affinités ethniques (Minianka et Sénoufo) et culturelles entre migrants et autochtones. Par contre, dans d'autres situations Augusseau et al. (2003) et Camara (2007) ont constaté des conflits ouverts entre mi-

grants et communautés locales.

Dans le cadre de l'insertion socioéconomique des migrants, la recherche a montré des contradictions de degré différent sur le terrain, opposant autochtones versus allochtones. De nombreux exemples rendent compte pourtant en ces termes de crispations politiques que vivent des communautés locales sur la défensive : leurs membres se déploient en activisme identitaire et processus d'instrumentalisation du bien-fondé de leur position d'autochtones pour réagir aux menaces qu'incarneraient les « étrangers » au terroir (Cutolo et Geschiere, 2008). L'autochtonie devient ainsi une stratégie pour se rendre visible, naturaliser certaines inégalités sociales et ignorer d'autres logiques de clivage.

STRATÉGIE SPATIALE DE CANTONNEMENT

La figure 8 montre la stratégie spatiale de cantonnement et de limitation des migrants dans leur possibilité d'extension. Les résultats révèlent un blocage des migrants de tous les côtés à Nafégué. Sur la partie Nord-Est, entre Vata et Diomanténé où il semble y avoir une petite possibilité d'extension, les conditions géomorphologiques y sont défavorables (zone gravillonnaire jusqu'au plateau hostile à toutes activités agricoles).

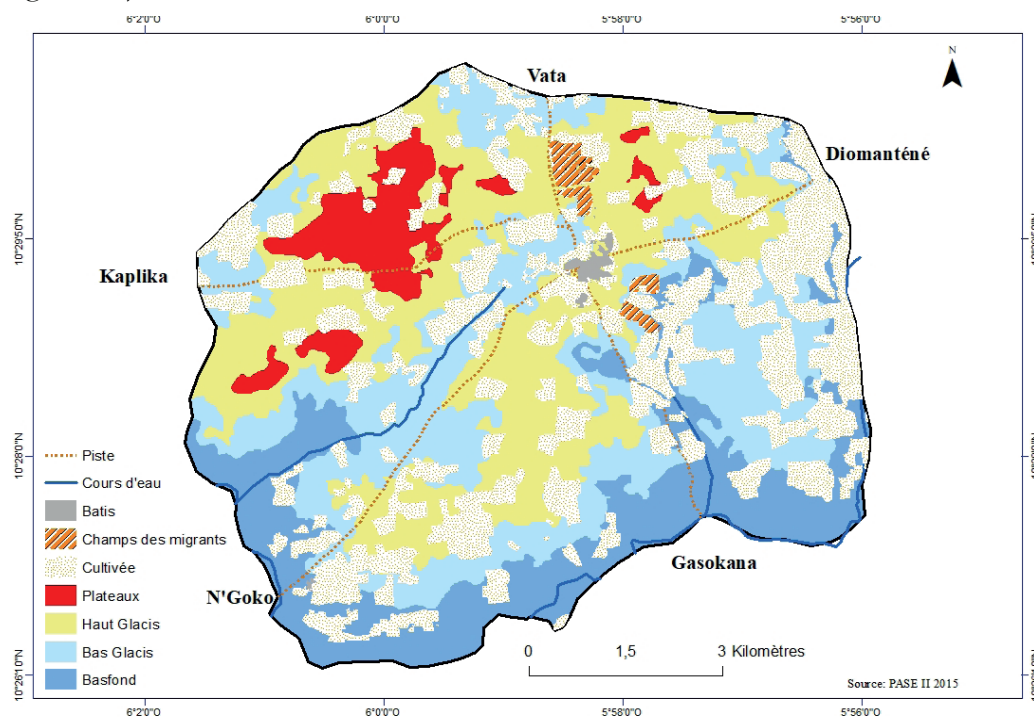


Figure 8 : *Stratégie spatiale de cantonnement des migrants à Nafégué*

A Katabantankoto, on note une limitation de l'extension possible des migrants par un encerclement de leurs champs par ceux des autochtones. Cependant, contrai-

rement à Nafégué, les migrants de Katabantankoto ont un peu plus de possibilité d'extension spatiale (Figure 9). Cela est dû à leur intégration à cette communauté soit du côté paternel ou maternel.

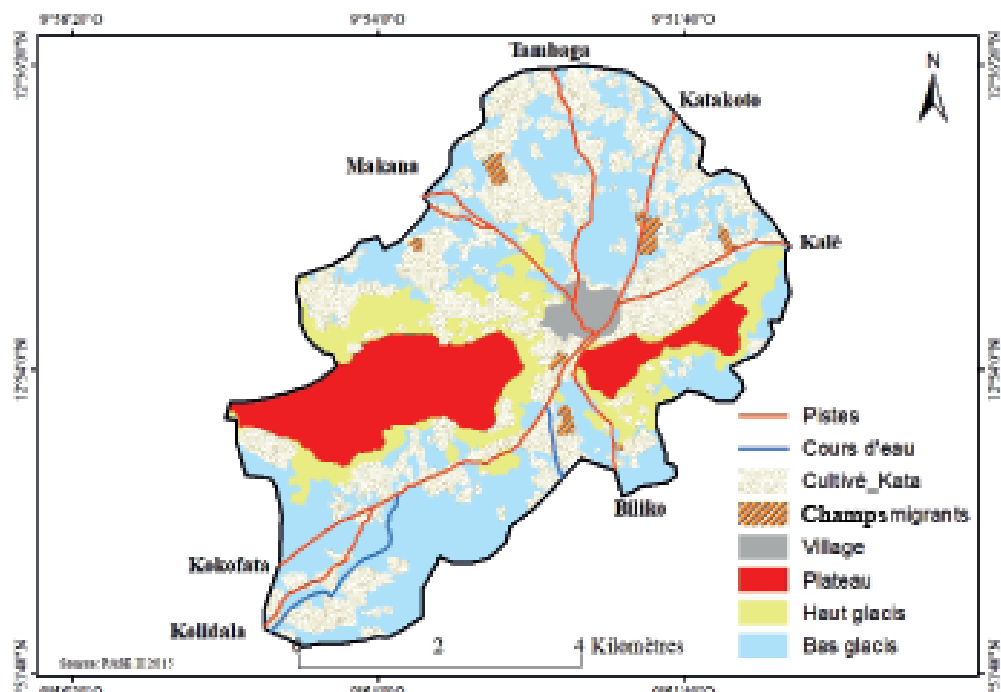


Figure 9 : *Stratégie spatiale de cantonnement des migrants à Katabantankoto*

CONCLUSION ET DISCUSSIONS

Nous constatons en général, un mouvement migratoire des populations des zones à faible ressources naturelles vers des zones à conditions meilleures (espaces agricoles et de pâturage). Les raisons sont principalement sociales et professionnelles. Une fois sur place, on note une inégalité pour l'accès aux ressources foncières entre autochtones et allochtones. Par contre les résultats montrent une forte insertion sociale et économique des migrants.

REMERCIEMENTS

Les auteurs de cette communication tiennent à remercier l'Agence Française de Développement (AFD) qui a financée cette recherche dans le cadre du projet d'amélioration de la productivité dans la zone cotonnière du Mali (PASE II).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AMIN S. 2018 ; *Modern Migration In Africa ; african ethnographic studies, volume 2, deuxième édition*, Routledge 711 Third Avenue, New York, NY 10017, 88 pages
- AUGUSSEAU X., CHEYLAN J-P, LIEHOUN E. 2004, *Dynamiques territoriales de l'agropastoralisme en zone de migration : niveaux d'organisation et interactions* *Cah Agri* 2004 ; 13 : 488-494
- BOSSARD L, 2003. *Peuplement et migration en Afrique de l'Ouest : une crise régionale en Côte d'Ivoire, Afrique Contemporaine* 2003 (2) 206 pp. 151-166
- CAMARA B. 2007 : *Migration et tensions sociales dans le Sud-Mali*. <http://www.ascleiden.nl/Pdf/RapportC-DPMaliLastdraftnov07.pdf>
- CUTOLO A. ET GESCHIERE P., 2008. « Populations, citoyennetés et territoires, Autochtonie et gouvernamentalité en Afrique ». *Politique africaine*, n° 4 (112), pp. 5-17
- DAYTON-Johnson J. et XENOGLANI T., 2007. *Immigration, développement et arbitrages entre politiques*, *Revue d'économie du développement* 2007/2-3, N° 21, p. 97-138.
- DLARRA S 2005, *Migration et pauvreté au Mali* Cellule « Cadre Stratégique de Lutte contre la Pauvreté (CSLP) », Ministère de l'Économie et des Finances, B.P : 234, Bamako, MALI, http://www.on-mali.org/pdf/po3mal1585_1330.pdf
- DRABO I ; 2000. *Migration agricole et insécurité foncière en pays Bwadu BurkinaFaso* Espace, populations, sociétés, 2000-1 pp. 43-55
- DOCQUIER F., 2007. *Fuite des cerveaux et inégalités entre pays*, *Revue d'économie du développement* 2007/2-3, N° 21, p.49-88.
- DUGUÉ P, KONÉ F.R, KONÉ G et AKINDES F., 2004. *Production agricole et élevage dans le centre du bassin cotonnier de Côte d'Ivoire, Développement économique, Gestion des ressources naturelles et conflits entre acteurs* *Cah Agri* 2004 ; 13 : pp. 504-509
- FAINI R., 2007. *Migrations et transferts de fonds. Impact sur les pays d'origine*, *revue d'économie du développement* 2007/2-3, N° 21, p. 153-182.
- OIM, 2018, *Perspectives Monde*, <http://perspective.usherbrooke.ca/bilan/tend/MLI/fr/SM.POP.NETM.html>
- SOUMARÉ M, 2008 : *Dynamique et durabilité des systèmes agraires à base de coton au Mali*. Nanterre : Université de Paris-Nanterre, 372 p. Thèse de doctorat : Géographie humaine, économique et régionale : Université de Paris-Nanterre

CAPACITÉ DE CHARGE BOVINE ET POTENTIALITÉ DE LA BIOMASSE HERBACÉE EN ZONE COTONNIÈRE DU MALI

KONÉ Abdoul Kader, IER, Programme bovins, Sikasso, Mali

BA Alassane, IER, Programme bovins, Sikasso, Mali

COULIBALY Doubangolo, IER, Programme bovins, Sikasso, Mali

DEMBÉLÉ Bandiougou, IER, Programme bovins, Sikasso, Mali

Auteur correspondant : KONÉ Abdoul Kader, email : dielani2007@yahoo.fr

RÉSUMÉ

Dans la zone cotonnière du Mali, les surfaces agricoles augmentent au détriment des pâturages, et les effectifs du cheptel croissent aussi rapidement. Les terroirs villageois reçoivent les troupeaux transhumants et les zones de pâturage enregistrent de faible production de biomasse herbacée. La présente étude vise à estimer la production de biomasse herbacée et l'évolution de la charge animale supportable par le parcours naturel sur les 20 prochaines années. A cet effet, la méthode de récolte intégrale a été utilisée pour l'évaluation de la biomasse herbacée. Le recensement exhaustif du cheptel a été effectué dans trois villages de la zone cotonnière : Nafégoué (cercle de Kadiolo), Ziguéna (cercle de Sikasso) et Benguéné (cercle de Bla). L'évolution du cheptel de bovins a été simulée par le modèle DYNMOD. Les productions moyennes de biomasse herbacée obtenues sont de 551 kg MS/ha pour Benguéné, 425 kg MS/ha à Ziguéna et 462 kg MS/ha pour Nafégoué autorisant une charge animale pour six mois respectifs de 0,98 UBT/ha, 0,76 UBT/ha et 0,82 UBT/ha. A partir d'un cheptel composé de 600 UBT à Benguéné, 1455 UBT à Ziguéna et 1246 UBT à Nafégoué, la modélisation sur 20 ans montre un doublement des effectifs de bovins. Il en résulte une diminution de moitié du nombre de jours de pâture de 33 jours à Benguéné, 18 jours à Ziguéna, 39 jours à Nafégoué. Le modèle de simulation de l'évolution des effectifs du cheptel et de la charge animale testé dans cette étude est un outil pouvant être utile pour conseiller les décideurs, programmes et actions d'accompagnement et d'aménagements des pâturages naturels en zone cotonnière du Mali en vue de la préservation des écosystèmes et le développement durable des systèmes de production.

Mots clés : Bovin, DYNMOD, pâturage, cheptel, Mali-Sud

ABSTRACT

Load capacity and potential of herbaceous biomass in cotton production zone of Mali

In Mali's cotton-growing zone, agricultural areas are increasing at the expense of pastures, and livestock numbers are also growing rapidly. Village's territories receive transhumant cattle herds and record low production about herbaceous biomass. This study aimed to estimate the production of the biomass herbaceous and animal load dynamic that can be supported by the herbaceous pasture in the next 20 years. For this purpose, the integral harvesting method was used for the evaluation of herbaceous biomass. On farm census of cattle herd was carry out in three villages in cotton growing zone of Mali: Nafégué in Kadiolo district, Ziguéna in Sikasso district and Benguéné in Bla district. Cattle herd dynamic has been simulated using DYNMOD model. An average production biomass herbaceous obtained were 551 kg MSha⁻¹ in Benguéné, 425 kg MSha⁻¹ in Ziguéna and 462 kg MSha⁻¹ in Nafégué could be able to support an animal load for six months at 0.98 TLUha⁻¹, 0.76 TLUha⁻¹ and 0.82 TLUha⁻¹ respectively. Cattle herd is essentially composed of 600 TLU in Benguéné, 1455 TLU in Ziguéna and 1246 TLU in Nafégué. Simulation results show that the number of cattle will be double in 20 years. On the other hand, there is a decrease by half in the number of pasture days to arrive at least one month and half: 33 days in Benguéné, 18 days in Ziguéna and 39 days in Nafégué. Simulation model based on dynamic of cattle herd and animal load have been projected in this study on the period of 20 years. This tool could be profitable for extension services, police makers, programmes, accompaniment action, management of natural pasture in cotton production zone of Mali in order to the preservation of ecosystems and sustainable development of production systems.

Keywords: Cattle, DYNMOD, Pasture, livestock, Southern Mali

INTRODUCTION :

Dans les pays du Sahel, l'élevage contribue entre 30 et 40% du produit intérieur brut (PIB) (Mulumba *et al.*, 2008). Au Mali, l'élevage contribue à 10% du PIB ; c'est le troisième produit d'exportation après l'or et le coton (INSAT, 2015). Le nomadisme et la transhumance, basés sur l'exploitation des ressources naturelles, concernent 70 à 80% du cheptel et 20% de la population rurale (Carrière 1996). Les sécheresses des années 70-80 ont amené l'élevage traditionnellement concentré dans la zone sahélienne notamment dans le delta intérieur du Niger à descendre de plus en plus vers le sud du pays (Pradère, 2007) qui regorge de potentialités et de conditions climatiques plus favorables à l'élevage. Les effectifs de bovins ont connu une augmentation rapide suite à la sédentarisation des pasteurs peuls et l'investissement des revenus du coton dans le bétail (Bosma *et al.*, 1996; Coulibaly *et al.*, 2009). La croissance annuelle des effectifs de l'élevage est évaluée entre 1,8 à 2,9 % des effectifs totaux (Berthé *et al.*, 1991). Parallèlement, l'augmentation de la demande des produits agricoles par les grandes agglomérations, et la croissance démographique en milieu rural ont eu pour conséquences une multiplication par 2,5 les superficies cultivées au détriment des aires protégées qui ont chuté de 13% (Diop *et al.*, 2012), mais aussi des pâturages naturels (Samaké *et al.*, 2008) qui ont connu d'importantes modifications, et une perte de diversité biologique de la flore (Coulibaly, 2002). Près de 2/3 des terres arables sont cultivées de façon permanente (Gigou *et al.*, 2003). La péjoration climatique et les pratiques agricoles inadaptées ont aussi contribué à la dégradation des potentialités pastorales des zones sylvo-pastorales (Coulibaly, 2002). En outre le passage séquentiel de feu de brousse réduit la qualité des pâturages, baisse la production primaire et épuise les stocks de semences des espèces herbacées (Cissé, 1986). Les productions estimées inférieures à 1 t matière sèche (MS)/ha ne peuvent pas couvrir les besoins des effectifs actuels (Coulibaly, *et al.*, 2009).

Cette croissance excessive du cheptel et des superficies cultivées au détriment des parcours naturels exacerbe la compétition pour l'utilisation de l'espace entre l'agriculture et l'élevage (Samaké *et al.*, 2008), et imprime des changements dans les modes de gestion des parcours naturels et l'accès des transhumants aux parcours post-culturels. Il en résulte des contraintes fortes au développement de la biomasse herbacée dans les terroirs de la zone cotonnière. Comment dans ces conditions nourrir un cheptel de plus en plus nombreux sur des pâturages en réduction, tant par la surface que par la qualité des pâturages ?

La présente étude vise à estimer la production de biomasse herbacée et l'évolution de la charge animale supportable par le pâturage naturel sur les 20 prochaines années.

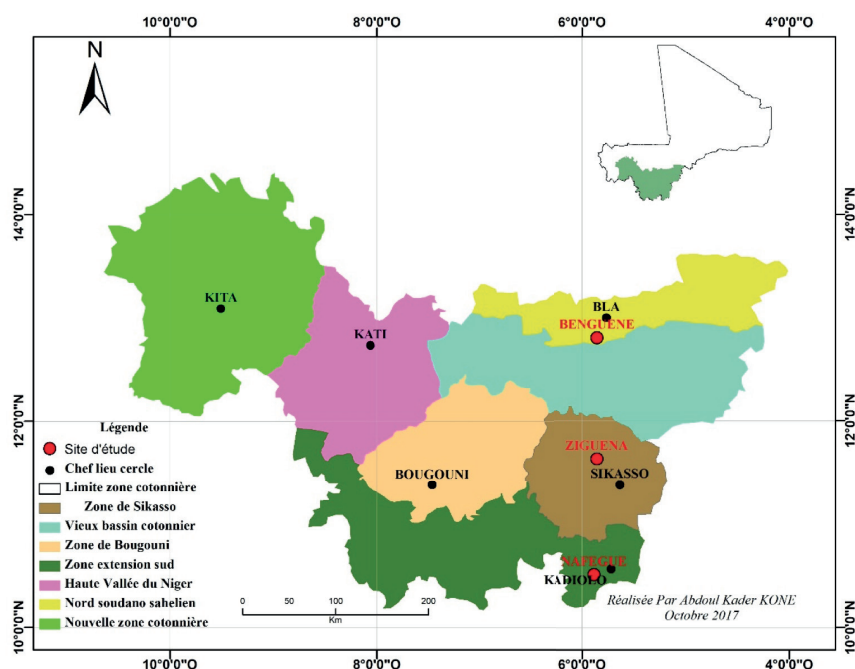
MATÉRIELS ET MÉTHODES

ZONE D'ÉTUDE

L'étude a été menée dans trois terroirs de la zone cotonnière, choisis selon un gradient climatique dont les caractéristiques diffèrent en termes de pluviométrie, de répartition de la surface des terroirs entre les espaces cultivés, pastoraux, etc. (Tableau 1).

Tableau 1: *Les caractéristiques de la population, du cheptel et du milieu des trois villages d'étude*

		Benguéné	Ziguéna	Nafégué
Zone climatique		Soudano-sahélienne	Soudanienne	Pré-guinéenne
Pluviométrie (mm/an)		800-1000	1000-1200	1200
Population (habitants)		1463	1462	1226
Terroir	Surface totale (ha)	3645,77	6908,08	7994,43
	Surface cultivée (ha)	2192,48	3470,26	3113,11
	Parcours naturels (ha)	1453,29	3437,82	4881,32
Cheptel bovin (UBT)		623	1438	1272



Source : Soumaré et al., 2008.

Figure 1: *Localisation des villages d'étude selon le zonage agroécologique de la zone cotonnière*

MATÉRIEL

Dans le cadre de cette étude le matériel suivant a été utilisé :

Supports (cartes d'occupation des sols des trois terroirs, des GPS de marque Garmin) ;

Matériel d'inventaire floristique (ruban métrique de 100 m, 1 plateau de 1 m², des faucilles pour la fauche de la biomasse, 1 peson pour la pesée des échantillons, des sacs à cretonne pour le conditionnement des échantillons de biomasse).

MÉTHODES :

ESTIMATION DE LA BIOMASSE HERBACÉE

L'estimation de la biomasse a été faite à partir de la méthode de la récolte intégrale, ou la méthode destructive. Elle est basée sur la coupe de biomasse sur pied (Coulibaly, 2002 ; Djiteye, 1988 ; Hiernaux et Diarra, 1989). Elle consiste à faire une stratification des zones homogènes après une exploration du site. Les strates sont distinguées en fonction de la densité apparente du tapis herbacé. Quatre strates sont distinguées dans chaque village. Il s'agit d'une strate sol nu, (pour les plages dénudées), une strate faible ou basse où la biomasse est jugée inférieure (strate basse), une strate moyenne (biomasse moyenne) et une strate forte ou haute où la biomasse est jugée supérieure. L'extension de chaque strate est mesurée mètre par mètre le long d'un ruban métrique de 100 m.

Les observations et mesures sont faites sur seize (16) plots de 1 m² répartis de façon aléatoire de telle sorte que la moitié des échantillons (huit) se trouve dans la strate moyenne (M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8) et un quart (quatre) dans les strates extrêmes faible ou basse (F1, F2, F3, F4) et strate forte ou haute (H1, H2, H3, H4). Aucune mesure n'est effectuée sur sol nu.

A l'intérieur de chaque placette, la biomasse herbacée a été moissonnée au ras du sol et mise dans des sacs à cretonne, suivie d'une étiquette portant toutes les informations (Numéro de relevé, poids frais de l'échantillon, type de sols, localité...).

Le poids vert de chaque placette est pesé individuellement. Un échantillon de 500 g du mélange de la biomasse des relevés de chaque strate herbacée a été prélevé. Il a été séché à l'étuve à la température de 70°C pendant 72 heures pour déterminer le poids de la matière sèche (MS). Par la suite, les moyennes de biomasse par strate herbacée ainsi que les valeurs de stratification obtenues ont été utilisées pour calculer la moyenne pondérée du site. Cette méthode a servi pour déterminer la quantité de biomasse en matière sèche par hectare. L'évaluation de la biomasse a été effectuée en septembre 2015. Cette période correspond à la maturité de la végétation herbacée.

INVENTAIRE DU CHEPTTEL

Cette méthode consiste à recenser de façon exhaustive le cheptel bovin (Ba, 2011). C'est une enquête qui se fait en ayant la vue sur le troupeau. L'enquêteur interroge le propriétaire du troupeau, mais il ne compte pas les animaux. L'enquête vise à collecter des informations relatives aux pratiques d'élevage, notamment la structure du troupeau, et la pratique de transhumance. Cette enquête a été effectuée en décembre 2014.

Analyse et traitement de données

Les données sur les mesures de biomasse et de l'enquête sur le cheptel ont été saisies dans une base de données relationnelle sous Microsoft ACCES. La détermination de la capacité de charge a été effectuée avec Microsoft Excel, et la modélisation de l'évolution des effectifs a été réalisée avec DYNMOD.

Détermination de la capacité de charge

La capacité de charge est définie selon Boudet (1984) comme étant la quantité de bétail que le pâturage naturel peut supporter sans se détériorer. Elle est calculée selon l'équation de Lesse et *al.*, (2016).

Dans le cadre de cette étude, la détermination de la capacité de charge n'a pas pris en compte la biomasse des espèces ligneuses et des résidus de cultures.

$$CC = \frac{BD \left(\frac{tMs}{ha} \right) * 1000}{6,25 \text{ kg MS} * \left(\frac{1}{3} \right) * 180 \text{ j}}$$

Où

- **CC** : Capacité de Charge exprimée en UBT/ ha
- **BD** : Biomasse disponible exprimée en kg de MS par ha
- **tMs** : tonnes Matières sèches
- **6,25** : Besoin journalier de Matière Sèche (MS) de l'UBT (Unité Bétail Tropical), animal de 250 kg de poids vif, exprimé kg de MS/J
- **1/3** : Fraction de la biomasse consommable
- **180** : nombre de jours où la pénurie d'aliment est cruciale.

Formule de calcul de la capacité de charge (Lesse et al., 2016)

MODÉLISATION DE L'ÉVOLUTION DU CHEPTTEL ET CAPACITÉ DE CHARGE ANIMALE

Le modèle DYNMOD a été utilisé pour la modélisation du cheptel bovin (Lesnoff, 2013). Ce modèle permet de réaliser des projections démographiques des cheptels ruminants domestiques (Ba et al., 2011; Lesnoff, 2013). Le Modèle DYNMOD

a été développé par deux instituts de recherche, à savoir le Centre Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) et l'Institut International de Recherche sur l'Élevage (ILRI). Il est constitué de trois principales composantes à savoir **STEADY1**, **STEADY2** et **PROJ**.

Dans notre travail nous avons utilisé la composante PROJ. Cette dernière prend en compte les paramètres démographiques tels que le taux de mise-bas, le taux de mortalité, le taux d'exploitation et le taux d'importation (Tableau 2). Ces paramètres ont été utilisés pour calibrer le modèle notamment la projection du cheptel bovin.

L'estimation du disponible fourrager a pris en compte la production de la biomasse herbacée. L'hypothèse formulée est que la production de biomasse ne croît pas rapidement face à la pression anthropique et naturelle et sans une intervention d'aménagement (ensemencement des pâturages...). Alors, la simulation a été faite en fixant la production de biomasse de l'année de référence (2015) pour évaluer l'impact du cheptel sur le tapis herbacé à long terme. L'année de référence correspond à l'année de l'évaluation de la biomasse herbacée.

Tableau 2 : Paramètres démographiques du cheptel bovin de la zone cotonnière en 2014

Sexe	Catégories animales	Taux en %		
		mortalité	exploitation	importation
Femelle	JUV	4	2	2
	SAD	4	5	6
	ADU	5	8	3
Mâle	JUV	8	3	1
	SAD	3	12	13
	ADU	2	18	12

Légende : JUV : animale Juvenile ; SAD : Sub-adulte ; ADU : Adulte.

Source: Soumaré et al., 2015

Pour le calcul de la capacité de charge et le nombre de jours de pâture, les effectifs ont été convertis en unité bétail tropical (UBT). La conversion UBT a été faite à partir des coefficients de (Kanté, 2001).

Le nombre de journée de pâture a été déterminé par la formule suivante (Bagayoko et al., 2005 ; Kouassi et al., 2014 ; Boudet, 1984).

$$JP = BD(MS) / 3 \times 6,25$$

- **JP**= journée de pâture de l'UBT, **BD**= Biomasse disponible ; **MS** = Matière Sèche, $1/3$ = Fraction de la biomasse consommable ; **6,25**= Besoin journalier de Matière Sèche (MS) de l'UBT

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

PRODUCTION DE BIOMASSE HERBACÉE ET CAPACITÉ DE CHARGE DANS LES TERROIRS DE BENGUÉNÉ, ZIGUÉNA ET NAFÉGUÉ

La production moyenne de biomasse dans le terroir de Benguéné est supérieure à celle de Ziguéna et de Nafégué. Cette situation est assez paradoxale d'autant plus que le village de Benguéné est situé dans la zone soudano-sahélienne. Cela s'explique par la forte emprise agricole du terroir de Benguéné. Une bonne partie du troupeau part en transhumance vers la zone soudanienne. Le tapis herbacé se développe plus facilement à Benguéné qu'à Ziguéna et à Nafégué qui reçoivent des troupeaux transhumants.

Tableau 3: Production de biomasse et calcul de la capacité de charge dans les terroirs de Benguéné, Ziguéna et Nafégué pour une période de six mois

Villages/type de sol	Quantité de biomasse (kg MS/ha)				Charge animale (UBT/ha)
	Moyenne	Min	Max	Écartype	
Benguéné	551,64	122,32	1345,96	275,46	0,98
Gravillonnaire	487,69	122,32	1053	236,59	0,87
Limono-Gravillonnaire	743,5	253	1345,96	301,56	1,32
Ziguéna	425,88	74,52	1489,6	319,71	0,76
Gravillonnaire	320,14	74,52	902,88	199,97	0,57
Limono-Gravillonnaire	790,02	276,64	1489,6	425,39	1,4
Limoneux	349,55	95,76	948,48	216,65	0,62
Nafégué	462,91	73,26	1369,72	322,7	0,82
Gravillonnaire	143,67	73,26	221,76	44,19	0,26
Limono-Gravillonnaire	512,25	128	956	235,07	0,91
Limoneux	597,85	126,16	1369,72	333,61	1,06
Ensemble des villages	475,97	73,26	1489,6	310,79	0,85

EFFECTIF DU CHEPTEL BOVIN DANS LES VILLAGES DE BENGUÉNÉ, ZIGUÉNA ET NAFÉGUÉ EN 2014

L'élevage bovin est pratiqué dans les trois villages (Figure 2). La structure du troupeau est dominée par les vaches à Ziguéna et à Nafégué, et par les bœufs de labour à Benguéné. Les troupeaux de Benguéné et Ziguéna partent en transhumance, à

l'exception des vaches et des bœufs de labour qui restent dans les villages. Cela s'explique par le fait que les parcours naturels se rétrécissent au profit des champs, contrairement au terroir de Nafégué.

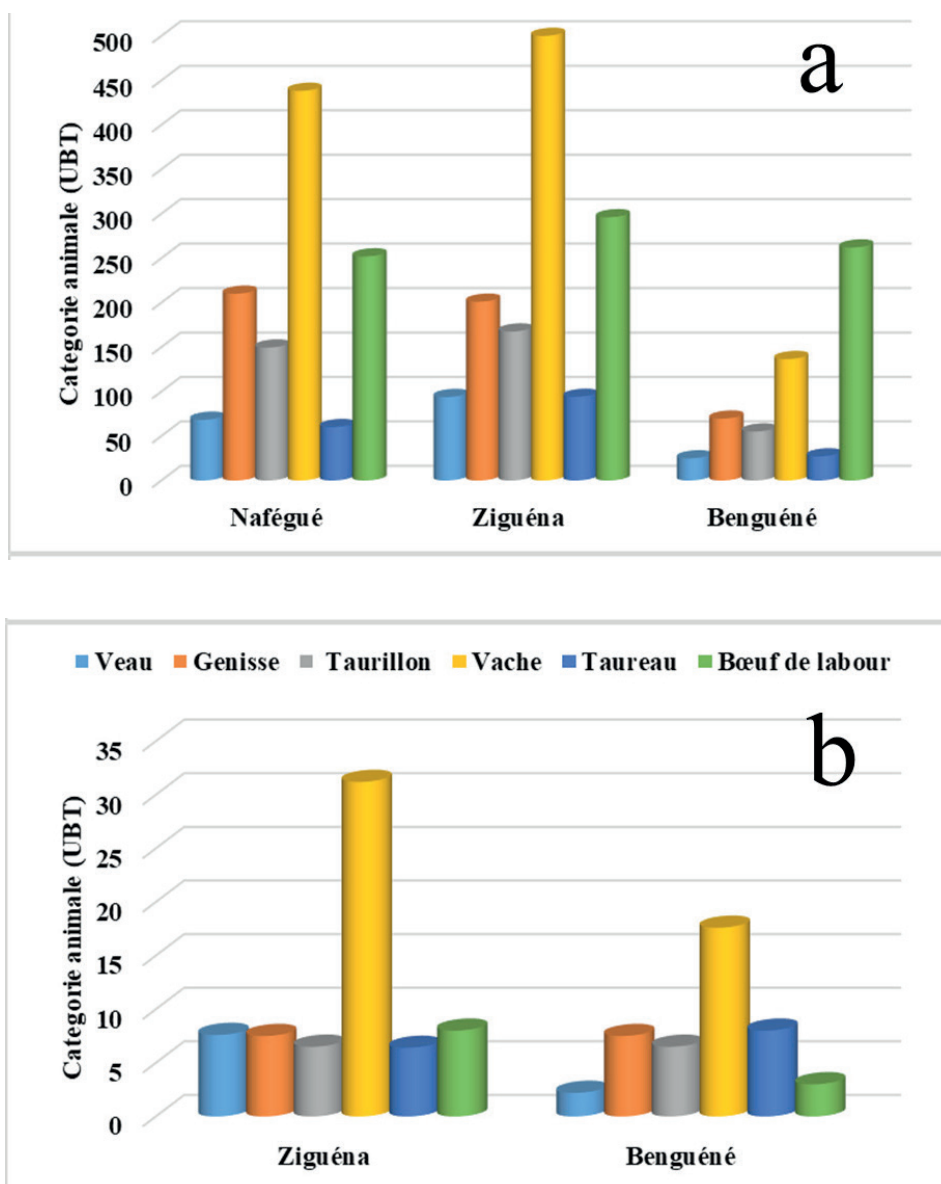


Figure 2: Structure du troupeau bovin a) résidant b) transhumant dans les trois villages en 2014

DENSITÉ DU CHEPTTEL PAR TERROIR VILLAGEOIS

La densité du cheptel est le nombre d'UBT par unité de surface. La pression animale est plus forte à Nafégué que dans les deux autres terroirs, car la zone de Nafégué est devenue une zone de concentration des troupeaux transhumants venus du sahel. Les troupeaux transhumants de la zone subhumide montent pendant que ceux de la zone pré-guinéenne font un repli sur le terroir de Nafégué en saison des pluies.

Tableau 4: *Densité du cheptel bovin dans les trois terroirs villageois en 2015*

Village	Cheptel en UBT	Superficie en ha			Densité UBT/ha		
		ST	SC	SP	UBT/ST	UBT/SC	UBT/SP
Benguéné	623	3645,77	2192,48	1453,29	0,17	0,28	0,43
Ziguéna	1438	6908,08	3470,26	3437,82	0,21	0,41	0,42
Nafégué	1272	7994,43	3113,11	4881,32	0,16	0,41	0,26

Légende : ST : surface totale ; SC : Surface cultivée ; SP : Surface Pâturée ; UBT : Unité Bétail Tropical

SCÉNARIO D'ÉVOLUTION DU CHEPTEL BOVIN ET SON INFLUENCE SUR LES PÂTURAGES

Evolution du cheptel bovin

Compte tenu de l'importance numérique du cheptel bovin par rapport aux autres espèces, la modélisation n'a concerné que cette espèce. L'évolution du cheptel bovin par village est présentée sur une durée de 20 ans (Figure 3). L'année de référence est l'année 2014 qui correspond à la date de l'inventaire du cheptel.

Entre 2014 et 2034, l'effectif du cheptel de Benguéné devrait augmenter de 46%, celui de Ziguéna de 65%, et celui de Nafégué de 58%. Cette différence s'explique par le fait que les femelles adultes sont plus importantes dans la structure des troupeaux à Ziguéna et Nafégué. Contrairement à Benguéné où les bœufs de labours ont une prédominance dans la structure des troupeaux (Figure 2). De ce fait les effectifs croient plus vite à Ziguéna et Nafégué qu'à Benguéné.

A Nafégué, l'effectif des femelles sera supérieur à celui des mâles. A Ziguéna, l'effectif des femelles sera supérieur à celui des mâles à partir de la fin des dix premières années. A Benguéné, l'effectif des mâles restera supérieur à celui des femelles sur toute la période de 20 ans.

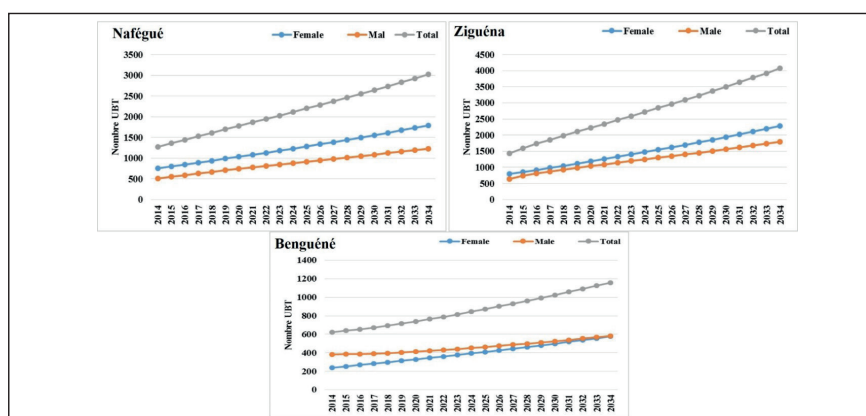


Figure 3: *Evolution du Cheptel bovin dans les villages de Nafégué, Ziguéna et Benguéné*

Projection démographique et estimation de la capacité de charge

Avec l'augmentation des effectifs, la capacité de charge animale augmente progressivement au fil des années (Figure 4). La charge animale à trois mois est de 0,96 UBT/ha en 2015 à Nafégué, elle augmentera jusqu'à 0,43 UBT/ha en 20 ans après. De 0,46 UBT/ha pour six mois, elle atteindra 0,22 UBT/ha en 2034.

A Ziguéna la capacité de charge animale estimée de 0,13 UBT/ha par an en 2015 pourra atteindre en 2034 0,05 UBT/ha par an. Elle est de 0,63 UBT/ha par an et pourra atteindre 0,26 UBT/ha par an en 2034. La capacité de charge est plus forte à Ziguéna que dans les deux autres villages. Cela s'explique par l'importance numérique des femelles adultes (vaches) mais aussi des génisses dans la structure du troupeau.

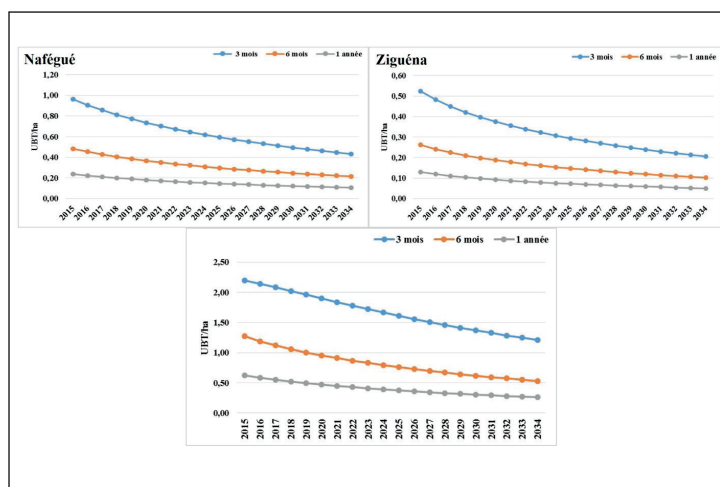


Figure 4: Evolution de la capacité de charge sur 20 ans dans les terroirs de Nafégué, Ziguéna et Bengué

Evolution du cheptel et estimation des journées de pâture sur 20 ans

Le nombre de journée de pâture diminue progressivement dans tous les villages d'étude. (Figure 5), mettant en évidence une pression fortement accrue de l'élevage sur les ressources pastorales des trois villages qui ne pourront permettre le pâturage qu'un nombre réduit de jour.

Le nombre de journées de pâture est estimé à 83 jours dans le terroir de Bengué pour 500 UBT en 2015. Il pourra atteindre 33 jours pour 1300 UBT en 2034.

Le nombre de journées est de 45 jours à Ziguéna pour 1600 UBT en 2015 et pourra atteindre 18 jours pour 4200 UBT en 2034. Le nombre de journées est de 88 jours à Nafégué pour 1400 UBT en 2015 et pourra atteindre 39 jours pour 3100 UBT en 2034.

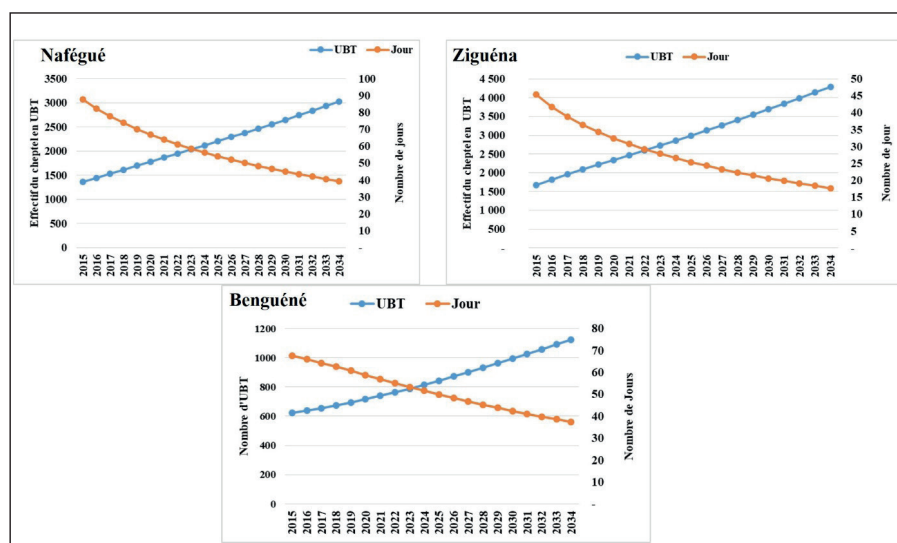


Figure 5: Evolution du cheptel et estimation des journées de pâture sur 20 ans

DISCUSSIONS

UNE PRODUCTION DE BIOMASSE HERBACÉE CONTRASTÉE ENTRE LES VILLAGES

La production de biomasse herbacée en savane arbustive de notre étude est proche des résultats d'autres auteurs dans la même zone pour le terroir de Benguéni, et inférieure pour les terroirs de Ziguéna et Nafégué : 671 kg MS/ha dans le terroir de N'goukan, cercle de Koutiala (Bagayoko *et al.*, (2005), 512 kg MS/ha soit une charge de 0,46 UBT/ha en six mois à M'pessoba dans la zone Nord soudanienne (Coulibaly *et al.*, (2009).

La production de biomasse herbacée est paradoxale à Benguéni situé au Nord (800 mm de pluie en moyenne) moins favorable que Ziguéna et Nafégué situés dans la zone subhumide (1100 mm de pluie en moyenne). La production fourragère est inférieure en moyenne à Ziguéna et Nafégué qu'à Benguéni. Cela s'explique par le fait que la pression pastorale a beaucoup augmenté ces dernières années dans la zone Sud du Mali. Cette zone est devenue un meilleur eldorado pour les troupeaux transhumants. C'est aussi dû à la faiblesse des productions herbacées sur les terres de parcours des sols gravillonnaires sur pâture pendant la saison des pluies (Hiernaux *et al.*, 2015).

Par contre, la transhumance des troupeaux bovins en saison des pluies entraîne une chute de la capacité de charge sur les superficies pâturées seulement par les bœufs de labour. Cette exploitation favorise surtout la croissance des herbacées dans les zones enclavées entre les champs de culture.

INFLUENCE DE L'ÉVOLUTION DU CHEPTEL SUR TAPIS HERBACÉE

Les effectifs des vaches et des catégories de jeunes (veaux, génisses, taurillons) sont les plus importants dans la structure du troupeau de tous les villages sauf à Benguéné. Dans ce dernier village l'effectif des bœufs de labour est plus important dans la structure du troupeau bovin car le troupeau bovin est en phase de reconstitution à Benguéné.

Face à la pénurie fourragère, la transhumance est pratiquée pour atténuer la crise alimentaire du cheptel, sauf à Nafégué. Le village est situé dans la zone climatique la plus favorable. Les animaux qui partent en transhumance sont majoritairement les vaches et souvent des génisses.

L'itinéraire de transhumance suit un gradient Nord-Sud. La pratique de « système en escalier » de la transhumance est développée, c'est-à-dire, les troupeaux de la partie Nord migrent vers le sud et ceux de la zone sud migrent plus au Sud voire en Côte d'Ivoire. Les animaux de Benguéné, village situé au Nord de la zone cotonnière descendent vers la zone intermédiaire à Ziguéna. Ceux-ci descendent plus au Sud à Nafégué. Certains troupeaux transhumants vont jusqu'en Côte d'Ivoire.

A Ziguéna et Benguéné la transhumance est pratiquée du mois de janvier à juin. Exceptionnellement quelques exploitations ont leur troupeau fragmenté et/ou délocalisé qui font les 12 mois de l'année. Ces pratiques (fragmentation et délocalisation) sont antagonistes au développement de l'intégration de l'agriculture et de l'élevage.

L'augmentation importante des effectifs du cheptel bovin dans les 20 ans (46% à Benguéné, 65% à Ziguéna et 58% à Nafégué) concorde avec celle rapportée par d'autres études (Corniaux et al., 2012), affirmant qu'en absence de catastrophes naturelles majeures, le cheptel bovin peut doubler son effectif au bout de deux décennies.

L'augmentation plus faible des effectifs bovins à Benguéné fait exception, car la structure du troupeau est dominée par les mâles notamment les bœufs de labour, et par la mobilité du cheptel vers les zones subhumides.

La pression animale est plus forte à Nafégué que dans les deux autres villages. La densité UBT par superficie pâturée de 0,53 UBT/ha est élevée à Benguéné contre 0,47 UBT/ha à Ziguéna et 0,29 UBT/ha à Nafégué. Cela s'explique par le fait que le terroir de Benguéné subi une forte pression foncière où plus de la moitié des terres arables sont mises en cultures. Ces résultats sont inférieurs à ceux de (Ba, 2011) qui a obtenu 0,98 UBT/ha à Dentiola et 0,37 UBT/ha à Zanférébougou de surface pâturée. Tous ces résultats mettent en évidence une très forte variabilité de la charge animale selon les terroirs aussi bien dans une même zone qu'entre les zones agro-climatiques.

Le cheptel croît en même temps que le stock fourrager diminue. Si rien n'est fait

pour améliorer la productivité de la biomasse des parcours naturels, d'ici 20 ans le stock sera épuisé. L'augmentation du cheptel favorise dans tous les terroirs la diminution des journées de pâture.

CONCLUSION

La production de biomasse est variable dans l'espace entre les villages et selon les types de sols, ce qui montre l'importance des conditions locales dans l'évaluation et la simulation de l'évolution de la production de biomasse. Du Nord au Sud de la zone cotonnière, la production de biomasse reste inférieure à une tonne de matières sèche à l'hectare. Cela montre qu'il y a une pénurie cruciale de fourrage dans la zone cotonnière bien que l'effectif du cheptel continue de croître. Le modèle de simulation de l'évolution des effectifs du cheptel et de la charge animale utilisé montre qu'avec les taux actuels de croissance des effectifs bovins, en gardant les mêmes espaces pâturés avec la même production de biomasse herbacée, la pression du cheptel sur ces espaces sera multipliée au moins par deux quels que soient les villages étudiés. Les troupeaux ne pourront être nourris sur les espaces naturels que pendant un mois et demi maximum pour des besoins s'étalant sur six mois.

Sur le long terme, il est important de renforcer les pratiques d'intégration de l'agriculture et de l'élevage dans les systèmes de production en zone cotonnière du Mali afin de mieux valoriser la complémentarité entre l'élevage et l'agriculture, entre autres pour l'alimentation du cheptel. Le modèle de simulation de l'évolution des effectifs du cheptel et de la charge animale testé dans cette étude sur une période de 20 ans, est un outil qui peut être utile pour conseiller les décideurs, les programmes et actions d'accompagnement et d'aménagements des pâturages naturels en zone cotonnière du Mali en vue de la préservation des écosystèmes et le développement durable des systèmes de production.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BA, A. (2011). *Exploitation du cheptel bovin dans la zone cotonnière au Mali-Sud*. Thèse de doctorat, SupAgro, Montpellier 170 p.
- BA, A., LESNOFF, M., COULIBALY, D., POCCARD-CHAPUIS, R., ET MOULIN, C. H., (2011). *Un outil simple de projection démographique pour estimer la productivité d'un cheptel : application à un cheptel bovin de la zone cotonnière au Mali-Sud*. Acte de séminaire novembre 2011, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 8p
- BAGAYOKO, S., SANGARÉ, M.I., ET DLABATÉ, D. (2005). *Estimation de la biomasse et capacité de charge de terroirs de la zone Mali-Sud*. Integr. Agric.-Elev. 210p.
- BERTHÉ, A.L., BLOKLAND, A., BOUARÉ, S., DIALLO, B., DIARRA, M.M., GEERLING, C., MARIKO, F., N'DJIM, H., AND SANOGO, B. (1991). *Profil d'environnement Mali-Sud: état des ressources naturelles et potentialités de développement* (Royal Tropical Institute) 77p.
- BOSMA, R., BENGALY, K., TRAORÉ, M., AND ROELEVELD, A. (1996). *L'élevage en voie d'intensification: Synthèse de la recherche sur les ruminants dans les exploitations agricoles mixtes au Mali-Sud* (Bamako) 202p.
- BOUDET, G. (1984). *Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères*. Ministère des relations extérieures. IEMVT, 266p
- CARRIÈRE, M. (1996). *Impact des systèmes d'élevage pastoraux sur l'environnement en Afrique et en Asie tropicale et subtropicale aride et sub*. CIRAD-EMVT, Montpellier, France. 70p.
- CISSÉ, A.M. (1986). *Dynamique de la strate herbacée des pâturages de la zone sud-sabélienne*. Thèse de doctorat, Université Wageningen, 211p
- CORNLAUX, C., LESNOFF, M., ICKOWICZ, A., HIERNAUX, P., DIAWARA, M.O., SOUNON, A., AGUILHON, M., DAWALAK, A., MANOLI, C., ASSANI, B., ET AL. (2012). *Dynamique des cheptels de ruminants dans les communes de Tessékéré (Sénégal), Hombori (Mali), Dantandou (Niger) et Djougou (Bénin): ANR ECLIS. Contribution de l'élevage à la réduction de la vulnérabilité des ruraux et à leur adaptabilité aux changements climatiques et sociétaux en Afrique de l'Ouest au sud du Sahara*. LIVRABLE 3.1., TACHE ELEV 43p.
- COULIBALY, D. (2002). *Evaluation des potentialités pastorales des parcours de la commune rurale de Dugunwolowula*. Bamako: Institut Supérieur de formation et de la Recherche Appliquée (ISFRA) 75p.
- COULIBALY, D., POCCARD-CHAPUIS, R., ET BA, A. (2009). *Dynamiques territoriales et changements des modes de gestion des ressources pastorales au Mali Sud (Mali)*. Renc Rech Rumin. 357–360.
- DIOP, A.T., DIOP, N.A., NLANG, I., TOUTAIN, B., ET HAMADOUM, M. (2012). *Pastoralisme et Zonage réglementaire in Atlas des évolutions des systèmes pastoraux au Sabel*. 5–9.
- DJITEYE, M. (1988). *Composition, structure et production des communautés végétales sabéliennes: application à la zone de Niono (Mali)*. Thèse de doctorat. Paris 11, 150p.
- GIGOU, J., GIRAUDY, F., DOUCOURÉ, C.O.T., HEALY, S., TRAORÉ, K.B., ET GUINDO, O. (2003). *Le passage de la culture itinérante à la culture permanente révélé par l'âge des champs au Mali Sud*. In : *Organisation spatiale et gestion des ressources et des territoires ruraux : actes du colloque international, Montpellier, France, 25-27 février 2003*. Dugué Patrick (ed.), Jouve Philippe (ed.). CNEARC-UMR SAGERT, ENGREF, CIRAD.

Montpellier : CNEARC-SAGERT, 103-112.

HIERNAUX, P., ET DIARRA, L. (1989). *Le suivi des ressources pastorales et de leur gestion en regard des productions animales qu'elles engendrent au Sahel : approche méthodologique. In Colloque centre Agrimhet Niamey, CIPEA. 51p.*

HIERNAUX, P., DIAWARA, M.O., KERGOAT, L., AND MOUGIN, É. (2015). *La contrainte fourragère des élevages pastoraux et agro-pastoraux du Sahel. 14(03) Escape-P2, 39–59.*

INSAT (2015). *Comptes économiques du Mali 1999-2013 Bamako (Mali): Institut National de la Statistique), 82p.*

KANTÉ, S. (2001). *Gestion de la fertilité des sols par classe d'exploitation au Mali-Sud. Thèse de doctorat à l'Université Wageningen 243p.*

KOUASSI, A.F., KOFFI, K.J., N'GORAN, K.S.B., ET IPOU, I.J. (2014). *Potentiel de production fourragère d'une zone pâturée menacée de destruction: cas du cordon littoral Port-Bouët et Grand-Bassam. J. Appl. Biosci. 82, 7403–7410.*

LESNOFF, M. (2011). *Mémoire de synthèse en vue d'une candidature à Habilitation à Diriger une Recherche. HDR. Montpellier II. 218p.*

LESNOFF, M. (2013). *DYNMOD. Tool Demogr. Proj. Trop. Livest. Popul. Man. Version 1, 35 p.*

LESSE, P., HOUINATO, M., AZIHO, F., DJENONTIN, J., ET SINSIN, B. (2016). *Typologie, productivité, capacité de charge et valeur pastorale des pâturages des parcours transhumants au Nord Est de la République du Bénin [Typology, Productivity, carrying capacity and pastoral value of transhumance pasture in the northeast of the Republic of Benin]. Int. J. Innov. Appl. Stud. 14, 132p.*

MULUMBA, K.J., SOMDA, J., SANON, Y., KAGONÉ, H., ZOUNDI, J., HITIMANA, L., 2008. *Elevage et marché régional au Sabel et en Afrique de l'Ouest: potentialités et défis, CSAO-OCDE/ CEDEAO. 182p*

PRADÈRE, J.-P. (2007). *Performance et contraintes de l'élevage au Mali (Dakar : FIDA, OCDE, Hub Rural). 76p*

SAMAKÉ, A., BÉLIÈRES, J.F., CORNLAUX, C., DEMBÉLÉ, N., KELLY, V., MARZIN, J., SANOGO, O., ET STAATZ, J. (2008). *Dimensions structurelles de la libéralisation pour l'agriculture et le développement rural. Rapp. Final Programme Rural. Inst. D'Economie Rurale Bamako Mali 280p.*

SOUMARÉ, M., TRAORÉ, A.K., HAVARD, M., SISSOKO, F., DIAKITÉ, C.H., COULIBALY, D., ET RENOU, A. (2015). *« Projet d'Appui à l'Amélioration de la Gouvernance de la filière coton dans sa nouvelle configuration institutionnelle et à la productivité et à la durabilité des Systèmes d'Exploitation en zone cotonnière » (PASE II) Bamako, IER 80p.*

SOUMARÉ, M., BAZILE, D., VAKSMANN, M., KOURESSY, M., DIALLLO, K., DIAKITÉ, C. H. (2008) *Diversité agroécosystémique et devenir des céréales traditionnelles au sud du Mali. Cahiers Agricultures, 17 (2) : 79-85.*

ÉVALUATION DE LA PRODUCTIVITÉ NUMÉRIQUE DU CHEPTEL DE BOVINS DANS LA ZONE COTONNIÈRE DU MALI

BA A., Zootechnicien, IER, Programme Bovins, BP : 16, Sikasso, Mali,

*LESNOFF M., Biométricien, CIRAD, UMR SELMET, F-34398 Montpellier,
France. matthieu.lesnoff@cirad.fr*

Auteur correspondant : Dr BA Alassane, baalassane_1981@yahoo.fr

RÉSUMÉ

Depuis plus de 20 ans, la zone cotonnière du Mali (ZCM) a connu un développement de l'élevage de bovins. Ce développement a été réalisé grâce à une bonne intégration agriculture-élevage au sein des exploitations agricoles. Malgré le rôle croissant de l'élevage bovin dans la ZCM, les caractéristiques démographiques des troupeaux de bovins dans cette zone n'ont pas beaucoup été étudiées. Cette connaissance est pourtant importante pour raisonner l'avenir du bétail et soutenir le développement durable des systèmes agraires. Un premier diagnostic démographique du cheptel de bovins dans la ZCM a été réalisé en 2006 mais il ne s'appuyait que sur une année d'enquête. Dans cette étude, un dispositif d'enquêtes plus ambitieux a été mis en place entre 2014 et 2016 pour renforcer ce diagnostic. Au total, 180 troupeaux de bovins ont été enquêtés avec la méthode rétrospective « 12MO » permettant d'estimer les paramètres démographiques de cheptels à dire d'éleveurs. Ces paramètres ont été étudiés en fonction du sexe et de l'âge des animaux, et de la taille du troupeau. L'effet de la taille du troupeau a été très significatif sur la structure sexe-âge, avec une proportion de femelles et de vaches qui a augmenté avec la taille des troupeaux. Le taux moyen de mise bas moyen sur l'ensemble de la ZCM a été estimé à 0,53 mise bas/vache/an. Le taux de productivité numérique R (taux moyen d'animaux exploitables par an) a été estimé à 0,126-0,128/animal/an. L'analyse de sensibilité montre que le facteur de variation le plus influent a été la proportion de femelles dans le cheptel, suivi de près par le taux de mise bas. La méthode 12MO pourra être utilisée au Mali par les structures de recherche ou les services techniques pour mener des diagnostics rapides afin de guider les politiques de développement de l'élevage.

Mots clés : Bovins, démographie, méthode d'enquête 12MO

EVALUATION OF CATTLE HERDS NUMERICAL PRODUCTIVITY IN COTTON PRODUCTION ZONE OF MALI.

ABSTRACT

For about 20 years, cotton zone of Mali (ZCM) has experimented a development in cattle rearing. This development had been made due to a good integration of agriculture and livestock in farming families. Despite, the increase role of cattle rearing in the cotton zone of Mali, demographic characteristics of herd size in that zone have not been well studied. This is an important gap to understand the future of livestock rearing and support sustainable development of agrarian systems. A first demographic diagnostic of livestock has been conducted in cotton zone of Mali in 2006, but based only on one-year survey. This study was implemented between 2014 and 2016 in order to strengthen this diagnostic. An average 180 herd of cattle have been surveyed using retrospective method “12MO” which allows for estimating demographic parameters of cattle based on livestock keepers recall. The parameters analyzed were function of sex, age of cattle, and herd size. Herd size effect was significant on sex and age structure in proportion to the female and increased number of cows in the herd. In cotton zone of Mali, on average birth rate of cattle has been estimated to be around 0.53 per cow per year. The rate of numeric productivity R (average rate of cattle off-take per year) was estimated to be about 0.126 to 0.128 per animal per year. Sensitivity analysis shows that variation factor was influenced by the proportion of female in the herd, and birth rate. 12 MO method should be used by research centres and extension services for rapid diagnostics in order to guide agricultural policies on livestock.

Keywords : Cattle, demography, 12MO survey method

INTRODUCTION

Depuis plus de 20 ans, le sud du Mali a connu un développement significatif de l'élevage de bovins, simultanément avec celle de la culture du coton. Ce développement a été réalisé grâce à une bonne intégration de l'agriculture et de l'élevage au sein des exploitations. Les bovins ont fourni à l'agriculture de la force de travail (traction animale) et de la fumure organique (fertilisation des champs) permettant l'augmentation des rendements et l'extension des surfaces cultivées. Ces surfaces ont été multipliées par quatre depuis 1960 (Pradère, 2007). En contrepartie, l'élevage bovin a bénéficié d'un environnement moins fortement soumis aux risques climatiques et s'est rapidement développé dans les zones agricoles. Cependant, ces deux activités peuvent toutefois entrer en concurrence pour l'utilisation de la terre. D'une part, l'augmentation des superficies cultivées peut être préjudiciable aux meilleurs pâturages. D'autre part, l'augmentation du stock de bovins peut exacerber cette compétition pour la terre.

Malgré le rôle croissant de l'élevage bovin dans la zone cotonnière du Mali, les caractéristiques démographiques du cheptel (reproduction, mortalité, taux de croît) dans cette zone n'ont pas été beaucoup étudiées. Mieux connaître ces caractéristiques peut pourtant aider à soutenir le développement durable des systèmes agraires et raisonner l'avenir du bétail dans la zone. Dans son étude, Pradère (2007) avance que, sans modification des systèmes de production et l'installation de cultures fourragères compensatrices (qui tardent à être adoptées), les effectifs de bovins pourraient régresser. L'auteur réfute l'idée d'une thésaurisation des éleveurs qui pourrait engendrer une croissance du cheptel. Il insiste également sur ses faibles performances démographiques, dues à de faibles taux de reproduction et à des taux de mortalité élevés. Mais, du fait de manque de données, ces hypothèses ont été construites principalement à dire d'expert et d'après d'anciens résultats d'enquêtes reportés dans la littérature.

Face à cette situation, le projet PASE I a mené une enquête démographique en 2006 sur le cheptel de bovins dans la zone cotonnière. Cette enquête a permis un premier diagnostic démographique du cheptel de bovins dans la zone et a été valorisée académiquement par une thèse de doctorat et plusieurs publications (Ba, 2011; Ba *et al.*, 2011a, 2011b, 2009). L'une des limites de ce diagnostic est qu'il ne s'est appuyé que sur une année d'enquête, alors que les caractéristiques démographiques peuvent varier d'une année sur l'autre.

Dans le cadre du projet PASE II, il a été décidé de renforcer ce diagnostic en mettant en place un dispositif d'enquêtes démographiques plus ambitieux et prenant mieux en compte les variations interannuelles des caractéristiques démographiques. Cette étude présente les résultats des estimations de la productivité numérique du cheptel de bovins dans la zone cotonnière du Mali.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

SITES DE L'ÉTUDE

Le choix des 6 villages d'étude du projet PASE II (Figure 1) a été fait sur la base du découpage de la zone cotonnière en six régions agricoles homogènes (Soumaré *et al.*, 2008).

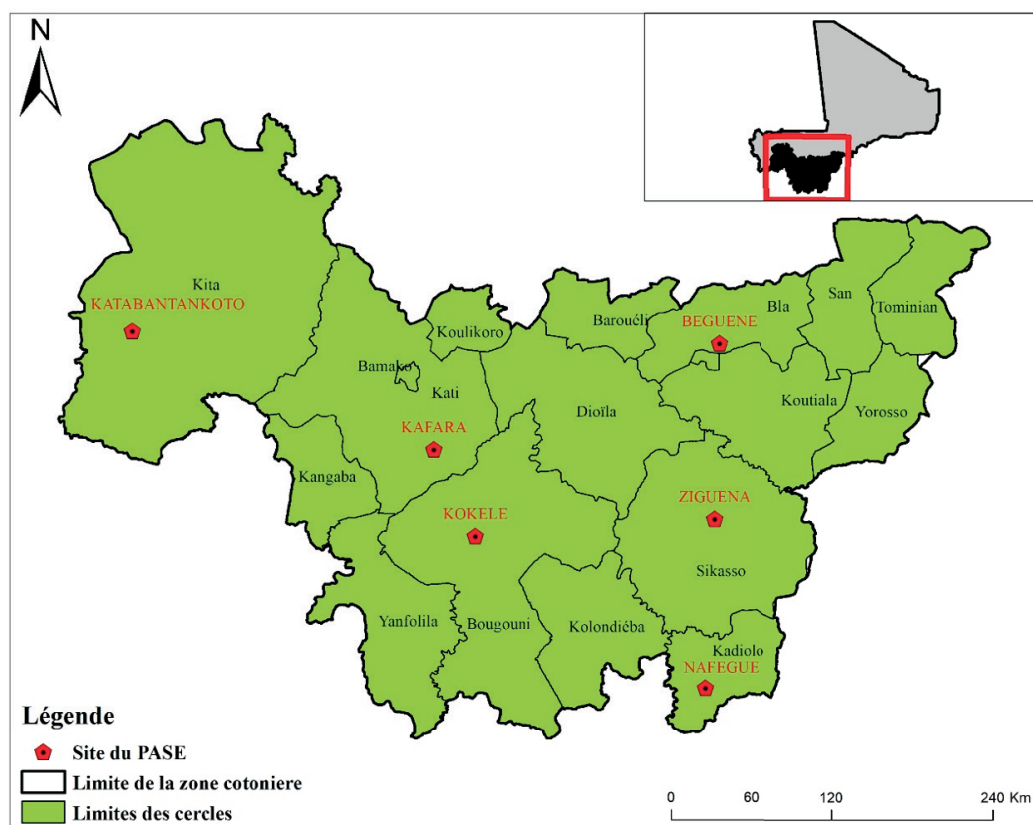


Figure 1 : Villages correspondant au site d'étude du projet PASE II

Dans ces six villages, 180 troupeaux ont été suivis. Ces troupeaux ont été choisis aléatoirement et proportionnellement au sein de 4 types d'exploitation agricoles établis auparavant par le projet PASE II (petite exploitation, moyenne exploitation, grande exploitation et agro-éleveur). Ces types d'exploitations agricoles avaient été définis selon une combinaison de la taille de l'exploitation, de la superficie agricole totale et de l'effectif des animaux.

Les trois enquêtes 12MO ont été réalisées en décembre 2014, 2015 et 2016. Le nombre total d'animaux enquêtés/an a varié de 2 554 bovins en 2014 à 2 758 têtes de bovins en 2016 (Tableau 1).

Tableau 1 : Effectifs de bovins enquêtés/village/an avec la méthode 12MO.

Village	Année		
	2014	2015	2016
Benguéné	495	523	499
Kafara	298	281	276
Katabantankoto	349	399	391
Kokélé	309	331	346
Nafégué	498	556	621
Ziguéna	605	668	652
Total	2554	2758	2785

MÉTHODE 12MO

La méthode 12MO (« méthode des 12 derniers mois ») a été élaborée par le Cirad en 2006 en collaboration avec le Ministère de l'Elevage du Niger (Lesnoff *et al.*, 2007) puis appliquée dans de nombreux pays (Lesnoff *et al.*, 2013). Elle a été choisie pour sa facilité à être mise en œuvre sur le terrain en comparaison à la méthode des suivis individuels d'animaux (Juanès *et al.*, 2017). Dans une exploitation agricole donnée, l'enquêteur fait d'abord l'inventaire individuel des animaux en décrivant leurs caractéristiques (sexe, âge, etc.), puis collecte, pour chaque femelle présente, des informations sur la reproduction survenue lors des 12 derniers mois. Ensuite, il collecte toutes les entrées et les sorties d'animaux survenues lors des 12 derniers mois. Dans le but de corriger la variabilité des taux démographiques des cheptels tropicaux d'une année sur l'autre, l'enquête a été répétée sur les mêmes troupeaux pendant trois ans de suite.

A partir des données collectées, les paramètres suivants ont été calculés :

Taux de productivité numérique

Approche directe

Le taux de productivité numérique annuelle représentant le potentiel de production du cheptel, c'est-à-dire ce que produit le cheptel dans l'année et peut être exploité sans impacter le stock (Lesnoff, 2014; Lesnoff *et al.*, 2014) a été calculé pour une année donnée par l'équation 1

$$R = \frac{B-D}{\bar{N}} = \frac{(O-I)+\Delta N}{\bar{N}} \text{ (Equation 1)}$$

où :

- **B** = effectif de naissances dans l'année,
- **D** = effectif de morts naturelles dans l'année,

- O = effectif d'animaux exploités dans l'année,
- I = effectif d'animaux importés dans l'année,
- ΔN = variation d'effectif d'animaux dans l'année,
- N^- = effectif moyen d'animaux dans l'année.

Approche indirecte

Une approche indirecte d'estimation du taux R a consisté en des simulations démographiques avec l'outil Dynmod (Lesnoff, 2013), interface MS Excel basée sur un modèle démographique simplifié. Le modèle décompose le cheptel par sexe et en trois classes d'âge (juvéniles, subadultes et adultes) dont l'utilisateur doit définir les durées. Les estimations du taux de productivité R ont été réalisées avec le module « Steady1 » de Dynmod simulant une année moyenne équilibrée (structure sexe-âge et taux de croît constants). Les taux R ont été estimés en supposant un taux de croît nul (0 %/an) puis un taux de croît de 3 %/an (taux officiel pour les statistiques officielles DNPIA).

Les méthodes statistiques utilisées pour estimer les taux démographiques naturels (taux de mise bas et de mortalité naturelle) ont été les modèles linéaires généralisés (Agresti, 2013; McCullagh and Nelder, 1989) et plus particulièrement les régressions de Poisson avec « offset » (Larson, 1984). L'approche est détaillée dans Ba and Lesnoff (2017). Les modèles statistiques d'estimation ont été sélectionnés à l'aide du critère d'Akaike (AIC) (Burnham and Anderson, 2004). Le problème éventuel de surdispersion dû à la corrélation intratroupeau a été pris en compte par des modèles de régression supposant une loi binomiale négative (Hilbe, 2011; Lawless, 1987).

Une analyse de sensibilité a été réalisée pour identifier les paramètres les plus influents sur le taux R , et prédire les gammes de variation pouvant être attendues. Deux méthodes d'analyse de sensibilité, locale *vs* globale (Saltelli *et al.*, 2008, 2000), ont été réalisées. Dans la méthode locale, une estimation de référence est définie (ici les paramètres moyens estimés d'après les enquêtes), puis les résultats sont calculés en faisant varier chacun des paramètres (l'un après l'autre et indépendamment) autour de cette référence. Dans la méthode globale, les résultats sont calculés en faisant varier tous les paramètres en même temps, dans l'objectif de parcourir tout l'espace des paramètres. Les deux méthodes sont complémentaires. Dans la présente étude, trois facteurs de variation ont été considérés :

- le taux de mise bas ;
- les taux de mortalité naturelle (tous les sexes et les âges) ;
- la proportion de femelles dans le cheptel.

Dans l'analyse locale comme globale, une variation relative de ± 20 % de ces facteurs a été simulée.

RÉSULTATS/DISCUSSION

Structure sexe-âge

L'effet de la taille du troupeau sur la structure sexe-âge a été très significatif (test du Chi-2 entre les classes, valeur-p <0,001) avec une proportion de femelles et de vaches qui a augmenté avec la taille des troupeaux (Tableau 2). Par exemple, la proportion de femelles est passée de 40 % pour les troupeaux N+S (troupeaux à orientations multifonctionnelles) à 61 % pour les troupeaux L (grands troupeaux naisseurs). Ces résultats sont très proches de ceux de 2006 (Ba *et al.*, 2011b).

Sur l'ensemble du cheptel, la proportion de femelles a été assez faible (56 %), ce qui est une contrainte pour la production numérique (Lesnoff, 2015).

Tableau 2 : Structures sexe-âge du cheptel de bovins estimées par classe de taille de troupeaux et pour l'ensemble de la zone cotonnière d'après les enquêtes PASE II (2014-16)

Sexe	Age ^(a)	Taille de troupeau ^(b)					
		N+S	M	L		Tot.	
F	J	5	8	8		7	
	S	13	18	16		16	
	A	22	31	38		33	
M	J	6	7	9		8	
	S	15	17	15		16	
	A	39	20	15		21	
Tot. F		40	57	61		56	

J = juvéniles (0 à 1 an exact), S = sub-adultes (>1 à 4 ans exacts), A = adultes (> 4 ans exacts)

N+S = 0-5 vaches, M = 6-15 vaches, L = >15 vaches.

Taux démographiques naturels

Estimation du taux de mise bas

Les données de mise bas n'ont pas montré de surdispersion. Le facteur « classe de taille de troupeau » n'a pas été retenu par le critère AIC dans le modèle d'estimation. La présente étude n'a donc pas confirmé l'effet de la taille de troupeau sur le taux de mise bas qui avait été suggéré en 2006 (l'étude 2006 reportait notamment un taux plus élevé pour la catégorie S) (Ba *et al.*, 2011b). Le taux moyen de mise bas moyen sur l'ensemble de la zone cotonnière a été estimé à 0,53 mise bas/vache/an.

Tableau 3 : Taux de mise bas (/ 100 vaches-années) estimés par classe de taille de troupeaux dans la zone cotonnière d'après les enquêtes PASE II (2014-16).

Année	Sexe	Age ^(a)	Taille de troupeau ^(b)			
			N+S	M	L	Total
2014-16	F	A	53 (2) ^(c)	53 (2)	53 (2)	53 (2)

(a) A = adultes (> 4 ans exacts).

(b) N+S = 0-5 vaches, M = 6-15 vaches, L = >15 vaches.

(c) Erreurs standards des estimations.

Estimation des taux de mortalité naturelle

Une forte surdispersion a été observée dans les données de mortalité. Le modèle négatif binomial d'AIC minimum retenu pour les estimations a été le suivant : « sexe + âge + classe de taille + sexe * âge ». Globalement, les mortalités ont légèrement diminué lorsque la taille des troupeaux augmentait, et ont été plus faibles pour les mâles que pour les femelles (Figure 2). En moyenne sur l'ensemble de la zone, les taux de mortalité ont été de l'ordre de 0,08-0,10/animal/an pour les juvéniles et $\leq 0,04$ /animal/an pour les sub-adultes et les adultes. Les résultats ont été très proches de ceux reportés en 2006 (Ba *et al.*, 2011b).

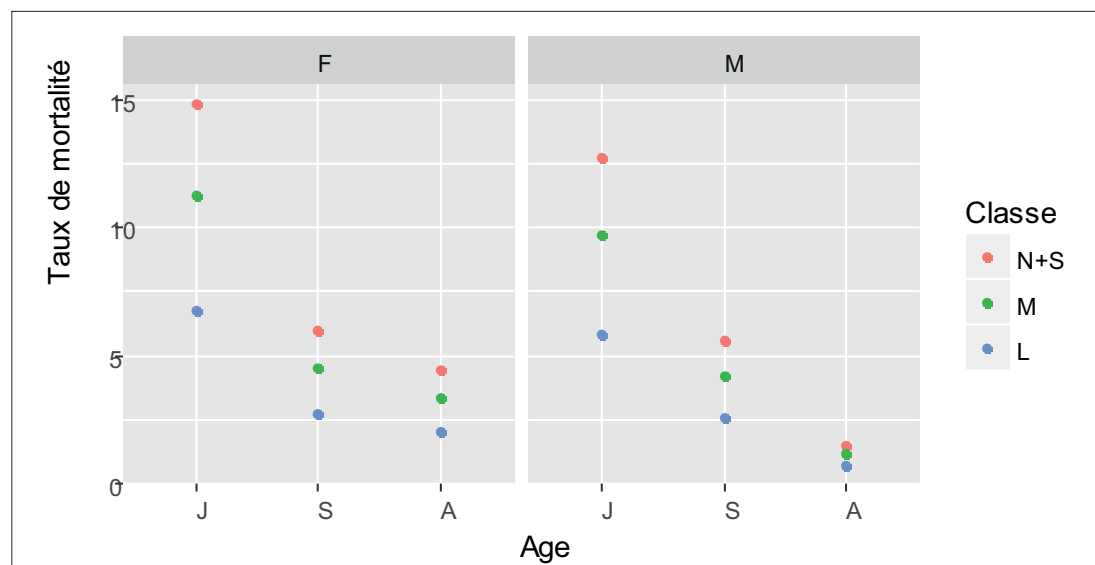


Figure 2 : Taux de mortalité naturelle (/ 100 animaux/an) estimés par sexe, classe d'âge et classe de taille de troupeaux dans la zone cotonnière d'après les enquêtes PASE II (2014-16). Sexe : F = femelles, M = mâles. Ages : J = juvéniles (0 à 1 an exact), S = sub-adultes (>1 à 4 ans exacts), A = adultes (> 4 ans exacts).

Taux de Productivité numérique

Estimation de la productivité numérique

Les estimations des taux R ont été très proches entre les approches directe et indirecte (Tableau 4). La plus grande différence est survenue pour la classe N+S : 0,067/animal/an vs 0,081/animal/an en supposant un taux de croît de 3 %. Dans l'approche indirecte, l'hypothèse du taux de croît (0 % *vs* 3 %) a eu également peu d'effet. Ces deux résultats suggèrent une bonne robustesse des méthodes utilisées.

Les estimations 2014-16 ont montré une augmentation du taux R avec la taille du troupeau beaucoup plus nette que ce qu'avait indiqué l'étude 2006 (Ba *et al.*, 2011b). Cette augmentation est directement liée à celle de la proportion de femelles dans les troupeaux. Sur l'ensemble de la zone cotonnière, le taux R a été estimé à 0,126-0,128/animal/an (Tableau 4). Cette estimation est très proche de la valeur moyenne reportée par Lesnoff (2015) pour les bovins des zones sub-sahariennes arides et semi-arides.

Tableau 4 : Taux de productivité numérique R (/100 animaux/an) estimés par classe de taille de troupeaux dans la zone cotonnière d'après les enquêtes PASE II (2014-16).

Année	Approche ^(a)	Taux de croît (%)	Taille de troupeau ^(b)				Total
			N+S	M	L		
2014-16	Directe (12MO)	–	6,7	11,6	15,1		12,8
	Indirecte (modèle)	0	6,6	11,7	16,3		12,7
	Indirecte (modèle)	3	8,1	12,1	15,8		12,6

(a) 12MO = méthode directe d'après les données 12MO, Modèle = Utilisation du modèle démographique selon une hypothèse de taux de croît annuel.

(b) N+S = 0-5 vaches, M = 6-15 vaches, L = >15 vaches.

Analyse de sensibilité

Dans la présente étude, la référence pour les analyses de sensibilité du taux R a été définie par l'estimation obtenue en supposant un taux de croît de 0 % ($R = 0,127/\text{animal/an}$). Dans l'analyse locale, le facteur de variation le plus influent a été la proportion de femelles dans le cheptel, suivi de près par le taux de mise bas (Figure 3). Par exemple, le taux R est passé de 0,127/animal/an à 0,149/animal/an et à 0,144/animal/an lorsque la proportion de femelles et le taux de mise bas ont été respectivement augmentés de +20 %. Le taux de mortalité naturelle a eu moins d'effet et ne semble donc pas être un facteur de variation important pour la zone cotonnière. Ceci avait déjà été suggéré dans l'étude 2006 (Ba *et al.*, 2011b).

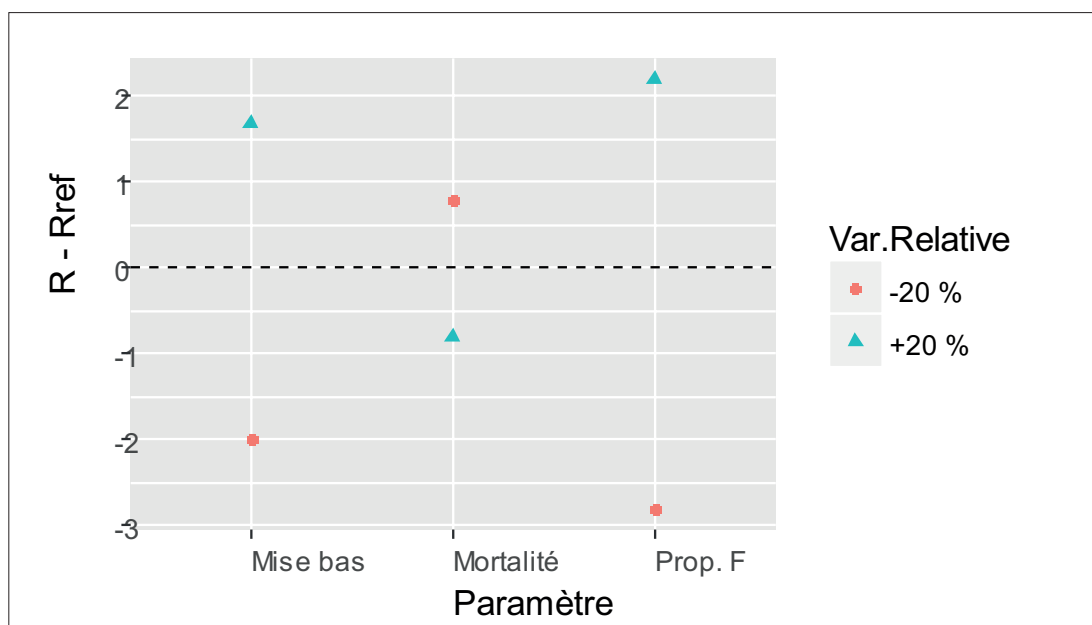


Figure 3 : Résultats de l'analyse de sensibilité locale sur le taux de productivité numérique R (/ 100 animaux-années) dans la zone cotonnière. R_{ref} = valeur R de référence obtenue d'après le modèle démographique en supposant un taux de croît de 0 % = 0.127/ animal-année.

L'analyse globale a confirmé cette tendance (Tableau 5). Une analyse de variance (« Anova ») à 3 facteurs du plan complet de l'analyse globale a montré que le facteur proportion de femelles a représenté 63 % de la variance du taux R , le facteur taux de mise bas 34 %, et le facteur mortalité 3 %.

Tableau 5 : Résultats de l'analyse de sensibilité globale sur le taux de productivité numérique R (/ 100 animaux-années) dans la zone cotonnière.

Facteur de variation			R	$R - R_{ref}^{(b)}$
Taux de mise bas	Taux de mortalité	Proportion de femelles		
-20% ^(a)	-20%	-20%	8,7	-4,0
-20%	+20%	-20%	7,4	-5,3
+20%	-20%	-20%	12,2	-0,5
+20%	+20%	-20%	10,7	-2,0
-20%	-20%	+20%	13,6	0,9
-20%	+20%	+20%	12,0	-0,7
+20%	-20%	+20%	17,6	4,9
+20%	+20%	+20%	16,8	4,1

- (a) Variation relative du facteur de variation par rapport à sa valeur de référence.
- (b) R_{ref} = valeur R de référence obtenue d'après le modèle démographique en supposant un taux de croît de 0 % = 0,127/animal-année.

Taux démographiques naturels et productivité numérique

Le taux de mise bas moyen estimé à partir de nos enquêtes répétées 12MO de 2014 à 2016 ont été comparables aux valeurs rapportées dans la littérature pour des troupeaux bovins en milieu sahélien et soudanien. Par exemple, Bosma et al. (1999) et Bengaly et al. (1993) dans la même zone ont trouvé un taux de 0,51/vache/an. Dans notre étude, le taux global a été de 0,53/vache/an. Par contre, ce taux est inférieur à ceux rapportés par Otte et Chilonda (2002) en Afrique sub-saharienne, de l'ordre de 0,58/vache/an pour les systèmes mixtes en zone semi-aride.

Les taux de mortalité naturels estimés dans notre étude (de 0,08-0,10/animal/an pour les juvéniles et $\leq 0,04$ /animal/an pour les sub-adultes et les adultes.) ont été peu élevés par rapport aux valeurs rapportées dans la littérature au Mali (Bosma *et al.*, 1992; Diawara *et al.*, 2017; Godet, 1991; Pradère and Sidibe, 1989). Ces taux peu élevés pourraient s'expliquer par des conditions sanitaires maîtrisées dans la zone cotonnière du Mali dues à la libéralisation de ce secteur et la formation des auxiliaires vétérinaires dans les coins les plus reculés de la zone.

Les taux de productivité R calculés par différentes méthodes ont varié de 0,7 à 0,16/animal/an selon la taille des troupeaux, avec une moyenne de 0,13/animal/an. Ce taux est comparable avec celui reporté par Diawara et al. (2017) dans la zone sahélienne à Hombori ($>0,12$ /animal/an).

La présente étude a permis de confirmer globalement la première évaluation de la productivité numérique réalisée en 2006 (malgré quelques différences, en particulier au niveau du taux de mise bas). Les deux avantages principaux du protocole mis en place dans le PASE II ont été la répétition des enquêtes sur 3 années consécutives et sur les mêmes troupeaux, et de pouvoir enquêter tous les types de troupeaux, y compris ceux qui effectuaient des transhumances saisonnières (les périodes d'enquête ont été choisies en fonction de leur présence sur les terroirs), ce qui n'avait pu être fait avec les protocoles du PASE I en 2006.

Quelles améliorations possibles pour le cheptel bovin de la zone cotonnière du Mali ?

De l'analyse de sensibilité, on retient deux leviers potentiels pour améliorer la productivité numérique dans la zone cotonnière. Le premier levier consiste à augmenter la proportion de femelles dans les troupeaux, qui a été globalement faible dans la zone. Une telle augmentation nécessiterait des changements des pratiques d'ex-

exploitation des animaux par les éleveurs en augmentant la vente des mâles tout en conservant davantage de femelles. Le second levier est d'augmenter le taux de mise bas des vaches. Ceci nécessiterait d'améliorer la couverture sanitaire et l'alimentation des vaches à l'aide de pratiques de complémentation adaptées dont les modalités (augmentations des intrants et/ou des ressources fourragères) resteraient à définir.

Une des limites de la présente étude est qu'elle s'est focalisée sur la productivité numérique du cheptel de bovins alors que, dans la zone cotonnière, cet élevage bovin est multifonctionnel. D'autres études devront prendre en compte les autres composantes de la production animale comme la viande, le lait, la traction animale et la fumure.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGRESTI A., 2013. *Categorical data analysis*, 3rd ed. Wiley, New York, NY, USA.
- BA A., 2011. *Exploitation du cheptel bovin dans la zone cotonnière au Mali-Sud* (Thèse de Doctorat). Montpellier Sup-Agro, Montpellier, France.
- BA A., LESNOFF M., 2017. *Rapport Final Activité « Démographie des bovins ». Projet d'Appui à l'Amélioration de la Gouvernance de la Filière Coton dans sa nouvelle Configuration et à la Productivité des Systèmes d'Exploitations en Zones Cotonnières du Mali (PASE II). Volet Recherche – Développement.* IER, CIRAD, Bamako, Mali.
- BA A., LESNOFF M., COULIBALY D., POCCARD-CHAPUIS R., MOULIN C.-H., 2011A. *Contribution d'un modèle démographique à l'évaluation de la productivité numérique du cheptel.* Presented at the Partenariat, Modélisation, Expérimentation : Quelles leçons pour la conception de l'innovation & l'intensification écologique ?, CIRAD, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 15-17 novembre 2011, p. 13.
- BA A., LESNOFF M., MOULIN C.H., 2011B. *Demographic dynamics and off-take of cattle herds in south Mali.* *Trop. Anim. Health Prod.* 43, 1101–1109. doi:10.1007/s11250-011-9808-2
- BA A., LESNOFF M., POCCARD-CHAPUIS R., CORNLAUX C., MOULIN C.H., 2009. *Evaluation du potentiel exploitable du cheptel bovin dans la zone cotonnière du Mali* (Poster). Presented at the 16e Journées 3R, Paris, France.
- BOSMA R., BOS M., KANTÉ S., KÉBÉ D., QUAK W., 1999. *The promising impact of ley introduction and herd expansion on soil organic matter content in southern Mali.* *Agric. Syst.* 62, 1–15. doi:10.1016/S0308-521X(99)00038-4
- BOSMA R.H., MEURS C.B.H., BLURALY K., BERKMOES W.M.L., 1992. *La productivité des ruminants dans les exploitations agricoles de la zone de Touminian.* DRSPR, Sikasso, Mali.
- BURNHAM K.P., ANDERSON D.R., 2004. *Multimodel Inference: Understanding AIC and BIC in Model Selection.* *Sociol. Methods Res.* 33, 261–304. doi:10.1177/0049124104268644
- DLAWARA M.O., HIERNAUX P., MOUGIN E., GANGNERON F., SOUMAGUEL N., 2017. *Viabilité de l'élevage pastoral au Sahel : étude de quelques paramètres démographiques des élevages de Hombori (Mali).* *Cah. Agric.* 26, 45006. doi:10.1051/cagri/2017039
- GODET G., 1991. *Ressources alimentaires et productivité numérique en élevage bovin sédentaire : suivi pastoral dans deux villages au Sud du Mali.* Direction Nationale de l'Élevage, Bamako, Mali.
- HILBE J.M., 2011. *Negative binomial regression*, 2nd ed. ed. Cambridge University Press, Cambridge, UK ; New York.
- JUANÈS X., LESNOFF M., MESSAD S., JULIEN L., CAPRON J.-M., LANCELOT R., 2017.

- LASER2 – A database for animal-based herd monitoring in tropical livestock husbandry systems – Technical document. CIRAD, Montpellier, France.*
- LARSON M.G., 1984. Covariate analysis of competing risks data with log-linear models. *Biometrics* 40, 459–469.
- LAWLESS J.F., 1987. Negative binomial and mixed Poisson regression. *Can. J. Stat.* 15, 209–225.
- LESNOFF M., 2015. Uncertainty analysis of the productivity of cattle populations in tropical drylands. *Animal* 9, 1888–1896. doi:10.1017/S175173111500124X
- Lesnoff M., 2014. *Simulating dynamics and productions of tropical livestock populations – mmage: A R package for discrete time matrix models. CIRAD (French Agricultural Research Centre for International Development), Montpellier, France.*
- LESNOFF M., 2013. *DYNMOD: A spreadsheet interface for demographic projections of tropical livestock populations - User's Manual - v3. CIRAD (French Agricultural Research Centre for International Development). <http://livtools.cirad.fr>, Montpellier, France.*
- LESNOFF M., LANCELOT R., MOULIN C.-H., MESSAD S., JUANÈS X., SAHUT C., 2014. *Calculation of demographic parameters in tropical livestock herds: a discrete time approach with laser animal-based monitoring data. Springer, Dordrecht. doi:10.1007/978-94-017-9026-0*
- LESNOFF M., MESSAD S., JUANÈS X., 2013. *12MO: A cross-sectional retrospective method for estimating livestock demographic parameters in tropical small-holder farming systems - version 2. CIRAD (French Agricultural Research Centre for International Development), Montpellier, France.*
- LESNOFF M., SALEY M., ADAMOU K., N'DJAFEA H., 2007. *Enquête démographique 2006 sur le cheptel domestique au Niger : sites du Fakara, de Gabi et de Zermou. Rapport préliminaire. Projet "Amélioration des conditions de vie des producteurs sahéliens à travers la mise en œuvre d'outils bioéconomiques d'aide à la décision" (PAD), ICRI-SAT-Niamey, DGCD-Belgique. ILRI (International Livestock Research Institute).*
- MCCULLAGH P., NELDER J.A., 1989. *Generalized linear models, 2nd ed. Chapman and Hall, New York, NY, USA.*
- OTTE M.J., CHILONDA P., 2002. *Cattle and small Ruminant production systems in sub-Saharan*

Africa - A systematic review. FAO, Rome, Italy.

PRADÈRE J.F., 2007. *Performances et contraintes de l'élevage au Mali. Projet d'Appui à l'Agriculture Africaine (P3A) au Mali. MAE (Ministère des Affaires Etrangères), Paris, France.*

PRADÈRE J.F., SIDIBE S., 1989. *Etude du cheptel bovin malien. Evolution, structure des troupeaux, productivité. Projet d'Appui à l'Agriculture Africaine (P3A) au Mali. Cellule de suivi-évaluation, Direction Nationale de l'Elevage, Bamako, Mali.*

SALTELLI A., CHANK, SCOTTE.M. (EDS.), 2000. *Sensitivity analysis. Wiley, New York, NY, USA.*

SALTELLI A., RATTO M., ANDRES T., CAMPOLONGO F., CARIBONI J., GATELLI D., SAISANA M., TARANTOLA S., 2008. *Global sensitivity analysis: the primer. John Wiley, Chichester, England.*

SOUMARÉ M., BAZILE D., DIALLO K., VAKSMANN M., KOURESSY M., 2008. *Diversité agroécosytémique et devenir des céréales traditionnelles au sud du Mali. Cah. Agric. 17, 79–85.*

QUELS DISPOSITIFS DE CONSEIL AGRICOLE POUR LES AGRICULTEURS MALIENS ?

KÉÏTA Abdoulaye, APCAM, Bamako, Mali, abdoulaye57.djoliba@yahoo.fr

DOUARÉ Hama Abba, APCAM, Bamako, Mali, hama.douare@yahoo.fr

HAVARD Michel, CIRAD, UMR Innovation, Montpellier, France, michel.havard@cirad.fr

Auteur correspondant : KÉÏTA Abdoulaye

RÉSUMÉ

Au Mali, la vulgarisation, type Formation et Visite, laisse la place à des approches plus participatives mises en œuvre par différents acteurs : Etat, privés, chambres d'agriculture, organisations non gouvernementales (ONG) et organisations paysannes (OP). Cette communication dresse un état des lieux des dispositifs de conseil et de vulgarisation agricoles au Mali, et discute l'amélioration de leur fonctionnement, leur prise en charge et l'appréciation de leur impact sur les bénéficiaires. Des résultats ressortent l'importance de maintenir une diversité de dispositifs de conseil agricole en réponse à la diversité des situations rencontrées et des attentes des agriculteurs. Quel que soient les dispositifs, les coûts sont élevés comparés aux revenus des agriculteurs. Leur pérennisation implique une plus forte contribution et une coordination des acteurs du conseil, une simplification des démarches de conseil, et une mobilisation accrue des ressources locales. La contribution de l'Etat à la formation des acteurs du conseil est un préalable à l'émergence de dispositifs performants. La recherche d'accompagnement est indispensable pour évaluer, adapter et faire évoluer les démarches répondant aux besoins des agriculteurs.

Mots clés. Conseil agricole, dispositif, accompagnement, agriculteurs, Mali.

ABSTRACT

WHAT AGRICULTURAL ADVISORY DEVICES FOR MALIAN FARMERS?

In Mali, extension, type Formation and Visit, is gradually being replaced by more participative approaches implemented by the State, private, non-governmental organizations (NGOs) and farmers' organizations (POs). This paper provides an overview of agricultural advisory and extension systems in Mali, and discusses the improvement of their functioning, their management and the assessment of their impact on beneficiaries. The results highlight the importance of maintaining a diversity of agricultural advisory systems in response to the diversity of situations encountered and farmers' expectations. Whatever the devices, the costs are high

compared to farmers' incomes. Their sustainability implies a greater contribution and a coordination of the operators of the advisory systems, a simplification of the approaches, and an increased mobilization of the local resources. The State's contribution to the training of the council's actors is a prerequisite for the emergence of effective mechanisms, Accompanying research is essential to evaluate, adapt and evolve approaches that meet the needs of farmers.

Keywords. Extension, Service, Accompaniment, Advice, farmers, Mali.

INTRODUCTION

« *La vulgarisation en Afrique a souvent été entendue comme le moyen de faire adopter par les producteurs des techniques mises au point par la recherche agronomique, grâce à un dispositif d'encadrement organisé à différentes échelles géographiques* » (Mercoiret, 1994). Selon la FAO, la vulgarisation agricole recouvre différentes approches (Axinn, 1993), parmi lesquelles : i) la formation et visite qui vise le transfert de technologie basé sur la formation et les visites ; iii) l'approche par produit qui s'appuie sur les fonctions vulgarisation, recherche, fournitures d'intrants, commercialisation et fixation des prix ; iv) l'approche participative qui prend en compte les besoins des producteurs au sein des systèmes agricoles. Elle désigne les systèmes destinés à (Christoplos, 2011) : i) faciliter l'accès des producteurs, de leurs organisations et des autres acteurs du marché à la connaissance, à l'information et aux technologies, ii) faciliter leur interaction avec des partenaires de la recherche, de l'éducation, de l'agroalimentaire et avec d'autres institutions pertinentes, et iii) les aider à développer leurs compétences techniques, organisationnelles et managériales.

Le schéma pyramidal de vulgarisation des sociétés cotonnières d'Afrique de l'Ouest et du Centre (AOC) est comparable au système « *Training & Visit* ». Le paysan, dernier maillon de la chaîne voit son rôle réduit à l'exécution des opérations préconisées par la structure de vulgarisation. Depuis quelques décennies, ce schéma laisse progressivement la place à des approches plus participatives mises en œuvre par les services de l'Etat, les organisations non gouvernementales (ONG), les organisations paysannes (OP), les privés.

Parmi ces approches participatives, le conseil à l'exploitation familiale (CEF), développé dans plusieurs pays d'AOC dont le Mali, est complémentaire de la vulgarisation agricole. C'est « *une démarche globale qui renforce les capacités des paysans et de leurs familles, à suivre leurs activités, analyser leur situation, prévoir et faire des choix, évaluer leurs résultats. Il prend en compte les aspects techniques, économiques, sociaux et, si possible environnementaux de leurs activités* » (Faure et al., 2004). Parmi ces approches, on peut aussi citer « l'apprentissage participatif et recherche-action » (APRA), une démarche d'accompagnement du changement offrant aux agriculteurs l'opportunité d'expérimenter, de découvrir et d'apprendre (Defoer et Wopereis, 2007), ou encore les champs écoles paysans (Farmer Field School) promus par la FAO (FAO, 2006), et mis en œuvre dans de nombreux pays africains (Braun et al., 2006 ; Davis 2006).

Les différents dispositifs de vulgarisation et de conseil agricoles ne sont pas exclusifs les uns des autres ; ils peuvent être complémentaires (Havard et al., 2006 ; Violas et Gouton, 2007). Les recompositions des services de vulgarisation et conseil interrogent sur les conditions de fonctionnement et de prise en charge des dispositifs, et sur l'impact du conseil sur les bénéficiaires (Faure et al., 2004). Ce qui pose des questions parmi lesquelles : Quelles sont les possibilités de mettre en place un

système pluriel de conseil dans des pays d'Afrique de l'Ouest, et au Mali, avec des questions d'accès au conseil, de coordination, de financement ?. Ce qui amène à dresser un état des lieux des dispositifs de conseil et de vulgarisation agricoles au Mali, et à discuter de l'amélioration de leur fonctionnement, de leur prise en charge, et de leur impact sur les bénéficiaires.

Après cette introduction, cette communication présente des dispositifs de conseil et de vulgarisation en zones cotonnière et irriguée au Mali, puis discute de leur fonctionnement et de l'évaluation de leurs impacts. Elle conclut sur le rôle de l'Etat et des acteurs en vue de la pérennisation des dispositifs.

ETAT DES LIEUX DE LA VULGARISATION ET DU CONSEIL AGRICOLE AU MALI

L'état des lieux se focalise sur les principaux dispositifs des zones cotonnières (CMDT, OHVN, PASAOP, PASE, SNV, CNOP¹), et irriguées (PCPS, ON, GIPD²) (Tableau en annexe).

La vulgarisation agricole

Les dispositifs d'appui à la production agricole de la CMDT et de l'OHVN s'appliquent (MRSC, 2002) à travers une structure hiérarchisée de la direction jusqu'aux agents de terrain. Chaque agent de base est en charge d'animer une dizaine de villages, soit 350 à 400 exploitations. Des relais villageois effectuent certaines tâches et contribuent à la diffusion des messages techniques.

Les services de l'état mettent en œuvre des programmes de vulgarisation agricole avec l'appui de partenaires techniques et financiers, et de la recherche sur les méthodes et outils.

Le projet d'appui aux services agricoles et aux organisations paysannes (PASAOP), terminé en 2009 et financé par la Banque Mondiale, est intervenu dans les régions de Ségou, Mopti, Sikasso et Koulikoro avec l'appui des directions régionales d'agriculture (DRA) pour réaliser les diagnostics des besoins des agriculteurs. Les formations et les tests de vulgarisation de techniques ont été effectués par des prestataires (ONG, bureau d'études) car les vulgarisateurs des DRA n'étaient pas assez nombreux (Traoré and Wennink, 2008).

-
- 1 CMDT. Compagnie Malienne de Développement des Textiles, PASAOP. Programme d'Appui aux Services Agricoles et aux Organisations Paysannes, PASE. Programme d'Amélioration des Systèmes d'exploitation en zone cotonnière, CNOP. Coordination Nationale des Organisations Paysannes, OHVN. Office de la Haute Vallée du Niger.
 - 2 PCPS. Projet Centre de Prestation de Service, ON. Office du Niger, GIPD. Gestion Intégrée de la Production et des Déprédateurs.
-

Tableau 1. Les principaux dispositifs de vulgarisation et de conseil agricoles en zones cotonnières et irriguées au Mali

	Vulgarisation			Conseil			GIPD
	CMDT OHVN	PASAOP	CRA ON	CMDT	CNOP	ON	
Zones	Coton	Ségou, Mopti, Sikasso, Kouli	ON	Coton	Régions	ON	Kouli, Sikasso, Mopti, Ségou
Financement	Filière cotonnière	BM	Etat, PTF	CMDT, AFD	AFD, USAID	AFD, USAID	FAO, Etat
Services	Intrants, Crédit, Vulgarisation Commercialisation	Vulgarisation	Vulgarisation	Conseil de Gestion	Diagnostic EA Conseil	CEF Groupe	Formation, Expérimentation
Méthodes d'intervention	Vulgarisation thèmes	Diagnostics Formations et tests	Diagnostic Démonstrations	Diagnostic, suivi EA individuel	Diagnostic suivi EA individuel	Diagnostic Identifier innovations	Champs écoles groupes 20 agriculteurs
Partenaires		ONG, bureau d'étude	IER URDOC	IER	AFDI	CPS, SCR, Nyeta Conseil FaranFasi So	ON, Offices Riz, CMDT, OHVN
Ressources humaines	1500 Chefs ZPA 80 AVB	Agents DRA, plus prestataires	30 conseillers agricoles et animatrices	800 Chefs ZPA	Agents CNOP	6 Conseillers FaranFasi So, un prestataire AP	80 Agents Facilitateurs (Offices, CMDT, OHVN)
Bénéficiaires	200 000 Producteurs coton	Agriculteurs	1 000 Agriculteurs par agent	Environ 2 500 Producteurs coton	Agriculteurs	7 000 agriculteurs (95% femmes)	10 000 agriculteurs

Légende. ZPA. Zone de Production Agricole, AVB. Agent de Vulgarisation de Base, AFD. Agence Française de Développement, CEF. Conseil à l'Exploitation Familiale, CMDT. Compagnie Malienne de Développement des Textiles, BM. Banque Mondiale, EA. Exploitation Agricole ; IER. Institut d'Economie Rurale. SCPC. Société Coopérative de Producteurs de Coton. OHVN. Office de la Haute Vallée du Niger. AFDI. Agriculteurs Français pour le Développement International. GIPD. Gestion Intégrée de la Production et des Déprédations. PTF. Partenaire Technique et financier. ONG. Organisation Non Gouvernementale. GIE. Groupement d'Intérêt Economique. DRA. Direction Régionale de l'Agriculture. AP. Animalier Paysan. CPS. Centre de Prestation de Service. ON. Office du Niger. CNOP. Coordination Nationale des Organisations Paysannes. SCR. Service Conseil Rural. PASAOP. Programme d'appui aux services agricoles et aux organisations paysannes. URDOC. Unité de Recherche Développement Observatoire du Changement. CRA. Chambre d'Agriculture Régionale. SNV. Service Néerlandais des Volontaires. PASE. Programme d'Appui aux Systèmes d'Exploitation, FAO. Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture. USAID. Agence des Etats Unis pour le Développement International.

Le Service Conseil Rural (SCR) de l'ON a mis en œuvre l'approche du Programme National de Vulgarisation Agricole (PNVA) : diagnostic, hiérarchisation des contraintes et démonstrations de thèmes techniques chez des paysans de contact. Les principales sources d'alimentation en innovations techniques ont été l'Institut d'Economie Rurale (IER) et l'Unité de Recherche Développement Observatoire du Changement (URDOC) qui a joué un rôle d'interface entre la recherche et la vulgarisation en zone ON. La démarche est assurée par une trentaine d'agents vulgarisateurs (technicien supérieur, monitrices d'agriculture) à raison de 7 à 8 villages, soit 700 à 1000 exploitations agricoles par agent. Jusqu'à un passé récent, le financement était assuré par l'état à travers l'ON et les Pays-Bas.

Le conseil agricole

Le centre IER de Sikasso a initié des activités de conseil avec la CMDT dans les années 80 (Kleene, 1982 ; Kébé *et al.*, 1999). Dans les années 90, la CMDT a mis en place le conseil de gestion (CDG), approche participative comprenant plusieurs phases (CMDT, 2006) : i) diagnostic d'exploitation ; ii) catégorisation des exploitations par rapport au rendement en coton ; iii) répartition des exploitations en 5 types sur la base de l'équipement (motorisé, équipement complet ou incomplet en traction animale, pas d'équipement) et du cheptel bovin (plusieurs paires de bœufs de trait, une paire, aucune paire) ; iv) traitement des thèmes par groupe d'exploitations selon les types ; v) visite par le conseiller de chaque exploitant sur son lieu de travail (4 exploitations/jour) ; vi) remplissage par chaque paysan d'un cahier d'exploitation. Le CDG n'a jamais été généralisé en zone Mali Sud (CMDT, 2006), mais la CMDT continue à le mettre en œuvre avec les ZPA ; chaque ZPA suit de façon rapprochée 2 exploitations/groupement par an. Le ZPA assure : i) un conseil rapproché pour des exploitations ayant un rendement en coton faible ; après le diagnostic, le producteur se fixe des objectifs, un plan de campagne est élaboré, mis en œuvre, et évalué en fin de campagne agricole ; et ii) une « visite conseil » pour comprendre la situation et le fonctionnement de l'exploitation visitée lors d'un seul entretien de quelques heures.

La CNOP expérimente depuis 2015 dans différentes régions du Mali auprès d'un nombre limité d'exploitations agricoles un conseil/diagnostic pour comprendre et conseiller l'exploitation agricole familiale. L'entretien est conduit avec les membres de l'exploitation par deux agents de la CNOP en 5 temps pendant une demi-journée : i) la famille, ii) les moyens de production de l'exploitation, iii) la terre et son utilisation, eau, équipement, cheptel, installations et bâtiments, main d'œuvre, iv) l'analyse de la dernière campagne, iv) le calcul et la restitution des résultats du bilan, v) les discussions avec la famille.

En zone ON, le CEF a été introduit à partir de 1997, afin de renforcer les capacités des producteurs pour analyser leur situation, enregistrer leurs activités et leurs

résultats (stocks de céréales, quantité d'intrants, marges et revenus) en vue d'améliorer les performances de leur exploitation agricole (Koné, 2007). Le dispositif est constitué de conseillers et animatrices des Centres de Prestation de Service (CPS), du SCR de l'ON et des services privés. Les séances de conseil se font en animation de groupes de producteurs ce qui permet de diminuer le temps de travail et le coût du conseil. La constitution des groupes de producteurs se fait selon des thématiques communes à partir de modules prédéfinis (riziculture, maraîchage, élevage...) (Coulibaly, 2011). La démarche repose en premier sur un diagnostic partagé de la structure, des pratiques et des performances de l'exploitation familiale. A partir de ce diagnostic et des référentiels technico-économiques disponibles, le conseiller et l'exploitant peuvent identifier des innovations technico-économiques et des changements dans la gestion de l'exploitation pour améliorer la situation de l'exploitant.

En 2005 et 2006, le Projet d'Appui aux Systèmes d'Exploitation, phase 1 (PASE I), a testé un dispositif de CEF piloté par la chambre d'agriculture régionale (CRA) de Sikasso et qui a touché 450 agriculteurs (Havard, 2006), et organisé un atelier sur le conseil en Afrique de l'Ouest et au Mali (Havard et al., 2006). Ces activités ont permis au PASE I de tester la faisabilité technique, financière et institutionnelle du CEF, et de dégager des enseignements pour poursuivre sa mise en place (Diallo et al., 2010). De 2007 à 2013, le Service Néerlandais des Volontaires (SNV) a apporté un appui au dispositif CEF dans les régions de Sikasso, Koutiala et Fana qui a touché environ 1100 exploitations familiales agricoles (EFA) (SNV, 2012). Dans ces EFA, le CEF a permis d'améliorer les rendements (utilisation de la fumure organique, application des doses d'engrais recommandées, respect des périodes de semis), de mieux gérer le disponible en céréales pour la sécurité alimentaire de la famille, d'améliorer les revenus, et de renforcer la cohésion sociale au sein de la famille (SNV, 2012). L'appui au dispositif CEF s'est poursuivi dans la phase 2 du PASE (PASE II) de 2014 à 2017. Le dispositif CEF, piloté par l'APCAM, est mis en œuvre par la CMDT, la confédération des sociétés coopératives de producteurs de coton (C-SCPC), et des groupements d'intérêt économique (GIE) prestataires ; il a touché près de 6000 producteurs (Douaré et Keita, 2017).

L'APPROCHE GESTION INTÉGRÉE DE LA PRODUCTION ET DES DÉPRÉDATEURS PAR LES CHAMPS ÉCOLES

L'approche gestion intégrée de la production et des déprédateurs (GIPD) est mise en œuvre depuis plus de 15 ans dans les régions de Koulikoro, Sikasso, Mopti et Ségou sur le riz, le coton, les cultures maraîchères sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture avec l'appui technique et financier de la FAO et des Pays-Bas. L'approche repose sur la rationalisation de l'utilisation des pesticides et des engrais, et la recherche d'alternatives aux intrants chimiques au-travers des « champs écoles

paysans (CEP) ». Un CEP démarre avec une vingtaine de producteurs qui se regroupent pour travailler sur la gestion des intrants sur une culture retenue en fonction du bassin de production. Chaque semaine, pendant le cycle cultural, le facilitateur du CEP réalise au champ une journée de formation avec le groupe de producteurs pour des travaux et des observations sur les parcelles. Le CEP n'intègre pas l'ensemble des problèmes de l'exploitation agricole. Il offre aux agriculteurs l'opportunité d'apprendre en pratiquant, en étant impliqués dans le diagnostic, puis l'expérimentation des techniques recommandées comparées à celles des agriculteurs, les discussions et la prise de décision (Gallagher, 2003).

DISCUSSION

Différents acteurs mettent en œuvre et financent des dispositifs de conseil et de vulgarisation agricoles : bailleurs de fonds, agences gouvernementales, projets, ONG, OP, privés, etc. (Faure et al., 2015). Cette diversité des dispositifs présente des avantages car l'offre de conseil est plus variée, mais aussi des inconvénients, car certains dispositifs sont éphémères, d'autres n'honorent pas leurs engagements. Au Mali, les dispositifs de vulgarisation de la CMDT, de l'OHVN et de l'ON ont eu un impact indéniable sur le développement des cultures de coton et de riz, et ont touché un très grand nombre d'agriculteurs, mais leurs approches de diffusion de messages techniques ont atteint leurs limites : les besoins des agriculteurs ne portent pas que sur les aspects techniques, mais aussi sur les aspects économiques et de gestion de leur exploitation. C'est pourquoi, ces dispositifs, et de nouveaux opérateurs (ONG, privés) mettent en œuvre des approches plus participatives, impliquant davantage les producteurs et leurs organisations, et cherchant à mieux prendre en compte leurs attentes. L'atelier sur le conseil de Sikasso en 2006 (Havard et al., 2006), illustre la diversité des attentes exprimées par les producteurs qui portent sur : l'accès au crédit pour financer les semences et intrants, les informations (prix sur les marchés, foncier et textes législatifs) et leur participation aux différentes étapes du conseil pour répondre à leurs attentes variées : technique, économique, commerciale, juridique, gestion de l'exploitation agricole, montage et fonctionnement des OP.

Quels que soient les dispositifs de vulgarisation et de conseil agricoles, les questions de leur maintien, de leur extension, de leur financement et de leur évaluation restent posées à la fin des projets (Faure et al., 2004).

Beaucoup d'OP et d'ONG, encore faibles sur les plans technique et organisationnel, ont des difficultés pour assurer les formations des agriculteurs (Braun et al., 2006), et le pilotage des dispositifs de conseil (Heemskerk, and al., 2008). Au Mali, le taux élevé d'analphabétisme des agriculteurs limite la sélection des agriculteurs-facilitateurs, des animateurs-paysans, et des responsables d'OP (Havard et al., 2006).

Traditionnellement, la vulgarisation était réalisée par des agents techniques d'agri-

culture et d'élevage qui diffusaient des messages techniques aux agriculteurs et éleveurs, réalisaient des expérimentations et des formations. Tandis que pour le conseil, les tâches, les profils et les qualités des conseillers sont plus diversifiés, comme le montre les études réalisées en AOC (Djamen et al., 2003), et le Forum Mondial pour le conseil rural (GFRAS) soulignant l'importance de renforcer les capacités des conseillers afin de mieux servir les producteurs ruraux (Rasheed Sulaiman and Davis, 2012). Au Mali, les participants à l'atelier de Sikasso en 2006 (Havard et al., 2006) ont identifié plusieurs profils de conseillers : i) cadres moyen et supérieur en agronomie, élevage, protection des végétaux, pêche, pisciculture, santé, économie, finance, gestion, juridique, etc. pour un conseil technico-économique; ii) ingénieur pour la conception, l'analyse et la formation, et iii) techniciens et agents techniques pour le conseil technique, iv) paysan ayant le niveau requis, pour être animateur-paysan. Ils ont souligné les principales qualités d'un conseiller : être alphabétisé, jeune, courageux, patient, disponible, sociable, compréhensif, aimer son travail, savoir écouter et communiquer, accepter de vivre au village, aimer le paysan et comprendre la langue locale.

Les agriculteurs et leurs organisations ne contribuent pas ou faiblement au financement du conseil, dont le coût annuel (salaire conseiller, frais de déplacement et de formation des agriculteurs, etc.) par exploitation est élevé (60 000 à 120 000 Fcfa) comparé aux revenus moyens des exploitations agricoles des zones concernées (Faure et al., 2004). Il en résulte que ceux qui financent les dispositifs décident du contenu et de la méthode, donc orientent le choix des outils appropriés. Ce lien fort entre la gouvernance, les méthodes et les outils nécessite que la démarche soit suffisamment souple pour s'adapter aux situations rencontrées. La pérennisation des dispositifs ne peut s'envisager qu'avec des co-financements (Etat, filières (taxes), OP, agriculteurs, etc.) et la réduction du coût du conseil par la simplification des outils et en développant la fonction d'animateur-paysan pour démultiplier l'intervention du conseiller. Différentes options sont envisageables pour favoriser la pérennisation des dispositifs de conseil agricole. Mettre en œuvre un conseil subventionné pour le plus grand nombre ; l'accent étant mis sur l'alphabétisation et la formation des paysans par la pratique (démarches de groupes, CEP, expérimentation paysanne). Privilégier l'ancrage du conseil agricole, type CEF, au sein de filières organisées où les coûts sont partagés. Développer un conseil spécifique pour des élites paysannes et des entreprises ayant les moyens de le financer. Avec la décentralisation, les communautés rurales ont accès à des fonds publics qui pourraient contribuer au financement du conseil agricole ; l'expérience du PASAOP sur l'implication des collectivités territoriales dans le conseil est à valoriser. Ces différentes options se traduisent par des besoins de conseillers aux profils variés (généralistes, spécialisés, animateurs de groupe) et ayant des formations d'ingénieur, de technicien supérieur et d'agent technique, mais aussi des animateur-paysans.

Mais quelles que soient les options envisagées, l'engagement financier de l'Etat, des organismes de développement ou des filières est nécessaire, mais il ne sera effectif que si le conseil agricole s'adresse à un grand nombre et à une diversité d'agriculteurs. Toutefois, il est illusoire de vouloir toucher 20% ou 30% des agriculteurs, taux rarement atteints par les systèmes de vulgarisation technique de masse. En toucher 10% permet déjà de « constituer une masse critique suffisante pour asseoir le processus et rendre irréversible son appropriation [du CEF] par les bénéficiaires » (Violas et Gouthon, 2007).

Le suivi-évaluation des dispositifs de conseil vise d'abord à suivre le programme de travail en évaluant le nombre de formations effectuées, le taux de présence des agriculteurs aux séances de formation, etc. Dans le cas du CEF, une évaluation plus globale et qualitative menée par les agents des dispositifs de conseil montre que les agriculteurs font évoluer leurs pratiques (changement d'assolement), améliorent la gestion de leur revenu (réduction des dépenses) et acquièrent des « façons de gérer » différentes. Mais les financeurs du CEF sont plus demandeurs d'évaluations quantitatives qui posent des problèmes méthodologiques, objets de travaux menés avec l'appui de l'agence française de développement (AFD) au Bénin (De Halley des Fontaines et al., 2007). En effet, l'impact du conseil sur les performances de l'exploitation peut être masqué par des contraintes économiques ou climatiques fortes. Etant mieux informée, une exploitation en conseil peut mieux valoriser des opportunités s'offrant à elle, mais comment montrer que c'est lié au conseil ? La comparaison des performances des exploitations en conseil avec celles ayant des caractéristiques similaires mais pas en conseil est envisageable mais implique de bien concevoir les échantillons et coûte cher.

CONCLUSION

Les promoteurs du conseil agricole ne peuvent pas faire l'impasse d'une réflexion sur l'ancrage institutionnel des dispositifs qu'ils promeuvent, et sur leur appropriation par les acteurs, enjeu très important pour leur pérennisation.

Chaque situation étant particulière, maintenir des dispositifs variés correspondant à la diversité des situations rencontrées et des attentes des agriculteurs est important. Mais, les coûts du conseil étant élevés comparés aux revenus de la majorité des agriculteurs, les co-financements (Etat, bailleurs, agriculteurs) des dispositifs sont nécessaires. Cette diversité des dispositifs demande de coordonner leurs activités et favoriser leur collaboration au niveau national par un groupe ou un comité composé des représentants des différents acteurs.

Le conseil agricole n'est plus seulement l'affaire de l'Etat. Les agriculteurs, les OP, les Chambres d'agriculture ont un rôle à jouer dans la conception, la mise en œuvre, le financement et le suivi-évaluation du conseil.

Le développement de nouveaux dispositifs de conseil renouvelle les besoins de recherche d'accompagnement : i) alimenter le conseil en thèmes répondant aux attentes des agriculteurs, ii) actualiser les diagnostics et élaborer des références sur les exploitations agricoles et leur diversité (typologies), iii) analyser les processus de capitalisation des connaissances (savoirs) entre les générations d'agriculteurs, et les réseaux de diffusion de l'information, iv) faire évoluer les démarches de conseil en réponse aux évolutions de contexte, et v) participer à l'évaluation des impacts du conseil agricole.

BIBLIOGRAPHIE

- AXINN G.H., 1993. *Guide des approches possibles en matière de vulgarisation*. FAO, Rome.
- BRAUN A., JIGGINS J., RÖLING N., VAN DEN BERG H., SNIJDERS P. 2006. *A global survey and review of Farmer Field School Experiences*. ILRI, Addis Abeba.
- CMDT 2006. *Module de formation. Conseil de gestion à l'exploitation agricole*. Bamako, 30 p.
- CHRISTOPLOS I., 2011. *Mobiliser les potentialités de la vulgarisation rurale et agricole*. FAO, Rome.
- COULIBALY Y., 2011. *Le conseil aux exploitations agricoles familiales en zone Office du Niger au Mali. Actes de la conférence Internationale « Innovations dans les services de vulgarisation et de conseil agricole », 15-18 novembre, Nairobi, Kenya*.
- DAVIS K. 2006. *Farmer Field Schools : A Boon or Bust for Extension in Africa ?* *Spring* 13(1): 91-97.
- DEFOER T., WOPEREIS M.C.S. 2007. *Apprendre pour changer : exemple de la culture du riz pluvial dans les bas-fonds, chapitre 26 : 403-415*. In : Mohamed Gafsi, Patrick Dugué, Jean-Yves Jamin, Jacques Brossier (Coordinateurs). *Exploitations agricoles familiales en Afrique de l'Ouest et du Centre. Collection : Synthèse*. Editions Quae.
- DIALLO A., GRANEL A., GOÏTA M., 2010. *Evaluation rétrospective du projet d'amélioration des systèmes d'exploitation en zone cotonnière au Mali (PASE). Rapport final*. AFD, Paris.
- DJAMEN NANA P., DJONNEWA A., HAVARD M., LEGILE A. 2003. *Former et conseiller les agriculteurs du Nord-Cameroun pour renforcer leurs capacités de prise de décision*. *Cah Agric* 12(4): 241 – 5
- DOUARÉ HA., KEITA A., 2017. *Le conseil aux exploitations familiales en zone cotonnière du Mali. Cas du Projet d'Appui aux Systèmes d'Exploitation (PASE). Communication au colloque sur les dynamiques et la durabilité des zones cotonnières africaines, 21-23 novembre, Bamako, Mali*.
- FAO, 2006. *Programme sous-régional de formation participative en Gestion Intégrée de la Production et des Déprédateurs des cultures à travers les champs écoles des producteurs pour Bénin, Burkina-Faso, Mali et Sénégal, 2006-2009*. FAO, Global IPM Facility, Rome.
- FAURE G., DUGUÉ P., BEAUVAL V., 2004. *Conseil à l'exploitation familiale. Expériences en Afrique de l'Ouest et du Centre*. Editions du Gret, Ministère des Affaires Etrangères.
- FAURE G., PAUTRIZEL L., DE ROMÉMONT A., TOILLIER A., ODRU M., HAVARD M., 2015. *Management advice for family farms to strengthen entrepreneurial skills. Note 8. GFRAS Good Practice Notes for Extension and Advisory Services*. Lindau, Switzerland
- GALLAGHER K.D., 2003. *Fundamental Elements of a Farmer Field School*. *Leisa* 19(1) :5-6.
- HALLEY DES FONTAINES, FAURE G., RIGOURD C., 2007. *Manuel de suivi-évaluation des dispositifs de Conseil à l'Exploitation Familiale. Livret B : démarche d'élaboration d'un dispositif de suivi-évaluation du CEF*. IRAM, CIRAD, Montpellier.
- HAVARD M., 2006. *Tests de conseil aux exploitations agricoles dans le cadre du Programme d'Amélioration des Systèmes d'Exploitation en zone cotonnière (PASE) en 2006*. Bamako, PASE, CIRAD, 49 p.
- HAVARD M., COULIBALY Y., DUGUÉ P., 2006. *Etude de capitalisation des expériences de conseil agricole au Mali*. Bamako, APCAM, CIRAD, 95 p.
- HEEMSKERK W., NEDERLOF S., WENNINK B., 2008. *Outsourcing agricultural advisory services. Enhancing rural innovation in Sub-Saharan Africa. Bulletin 380*. Amsterdam, KIT Publishers, 148 p.

- KÉBÉ D., FOMBA B., KÉBÉ M.C., DJOUARA H., 1999. *Le conseil de gestion aux exploitations agricoles. Un outil de vulgarisation. Note méthodologique.* Sikasso, IER, 35 p.
- KLEENE P., 1982. *Le conseil de gestion aux exploitations.* Bamako, Mali, Ministère de l'Agriculture, document de travail n°82.6, 17 p.
- KONÉ Y.M., 2007. *Le conseil à l'exploitation familiale à farafansi So dans la zone Office du Niger au Mali : Bilan et perspectives.* Mémoire de Master of Science. Montpellier SupAgro, Institut des régions chaudes, Montpellier.
- MERCOIRET M.R., 1994. *L'appui aux producteurs ruraux. Guide à l'usage des agents de développement et des responsables de groupements.* Paris, Editions Khartala, 464 p.
- MRSC, 2002. *Etude sur l'organisation future du conseil agricole en zone cotonnière au Mali. Rapport final.* SOF-RECO, Paris, 142 p.
- RASHEED SULAIMAN V., DAVIS K., 2012. *Le "Nouveau Conseiller Agricole" : rôles, stratégies et capacités pour renforcer les services de vulgarisation et de conseil.* GFRAS, Lindau, Suisse.
- SNV, 2012. *Note sur le conseil à l'exploitation familiale.* SNV, Bamako, Mali.
- TRAORÉ A., WENNINK B., 2008. *Outsourcing agricultural advisory services in Mali.* pp 129-146. In: Heemskerk, W., Nederlof S. and Wennink B. (eds) *Outsourcing agricultural advisory services. Enhancing rural innovation in Sub-Saharan Africa.* Bulletin 380. Amsterdam, KIT Publishers.
- VIOLAS D., GOUTON P., 2007. *Le conseil à l'exploitation agricole familiale, facteur d'émancipation des agriculteurs béninois. Chapitre 28 : 427-435.* In : M. Gafsi, P. Dugué, J.Y. Jamin, J. Brossier (Coordinateurs). *Exploitations agricoles familiales en Afrique de l'Ouest et du Centre.* Collection : Synthèse. Editions Quae.

CONSEIL PAYSAN À L'EXPLOITATION FAMILIALE AGRICOLE (EFA) : CAS DE LA ZONE COTONNIÈRE DU MALI

TRAORÉ Dionkounda, Sociologue (Ph.D), Professeur d'Enseignement Supérieur, Bamako, Mali. dtraore.antigone@gmail.com; Tel : 66 79 07 00/ 76 41 61 28

COULIBALY Amadi (), Netherlands Development Organisation (SNV), Bamako, Mali. acoulibaly@snv.org; Tél : +223 20 23 33 47/ 76 03 73 32/ 63 66 68 51, Web : www.snv.org*

Auteur correspondant : Mamady COULIBALY

RÉSUMÉ

Le Conseil Paysan à l'Exploitation Familiale (CPEF) a été développé par la SNV (Organisation Néerlandaise de Développement) dans la zone cotonnière Mali-Sud. Cette communication vise à partager l'expérience de la SNV dans le domaine du CPEF avec un accent sur ses effets et impacts sur les revenus des paysans et leurs capacités d'auto-organisation et de mobilisation des ressources. La particularité du CPEF réside dans la responsabilisation des paysans et de leurs organisations dans la mise en œuvre afin d'en réduire les coûts et de favoriser son appropriation et sa pérennisation. Cette expérience a touché 1.500 exploitations familiales agricoles (EFA) à travers plus de 200 animateurs. La maîtrise d'ouvrage a été assurée par des Unions Régionales de Sociétés Coopératives de Producteurs de Coton (UR-SCPC) pour les bassins cotonniers et par la Plateforme nationale des producteurs de riz pour les bassins rizicoles. La mise en œuvre du CPEF prévoit une formation initiale, des séances d'animation et de remplissage du carnet de l'EFA, de supervision et le bilan de fin de campagne. Les principaux résultats sont l'existence d'un réseau structuré de coopératives paysannes et de néo alphabètes mettant en œuvre, en langues locales, un CPEF répondant aux besoins et attentes des agriculteurs face à la dégradation des terres et à des facteurs de production de plus en plus chers. Le défi actuel est l'élargissement du CPEF à un plus grand nombre d'exploitations agricoles. Pour cela, il est nécessaire de : i) suivre et mesurer l'impact du CPEF sur les EFA déjà engagées ii) disposer du service (personnel qualifié, documents) pour les EFA en exprimant le besoin, iii) proposer un service à un coût acceptable pour les EFA engagées (ce coût est de 65 300 FCFA/an/EFA) et iv) responsabiliser les UR-SCPC dans l'appropriation du dispositif CPEF.

Mots clés : Exploitations familiales, Sécurité alimentaire, Pratiques agricoles, Renforcement des capacités, Organisations paysannes

SUMMARY

The Farmers' Council for Family Farming (CPEF) was developed by the SNV (Netherlands Development Organization) in the Mali-South cotton zone. The aim of this communication is to share SNV's experience in the field of CPEF with a focus on its effects and impacts on farmers' incomes and their capacities for self-organization and resource mobilization. The particularity of CPEF lies in the empowerment of farmers and their organizations in the implementation (simplified tools, farmer facilitators, farmer-to-farmer exchanges), in order to reduce the costs and to encourage its ownership and sustainability.

This experience reached 1,500 family farms through more than 200 activity leaders. Project management was carried out by Regional Unions of Cotton Producers Cooperative Companies (UR-SCPC) for cotton basins and by the National Platform of Rice Producers for rice Basins. The implementation of the CPEF provides initial training, sessions of animation and filling of the logbook, supervision and the report of the end of campaign.

The main results are the existence of a structured network of farmer and neo-literate cooperatives implementing, in local languages, a CPEF meeting farmers' needs and expectations in the face of land degradation and other ever expensive factors of production. The current challenge is to expand the CPEF to a larger number of farms. For this, it is necessary to: i) monitor and measure the impact of the CPEF on family farms already engaged ii) have the service (qualified staff, documents) for the farms by expressing the need, iii) offer a service for an acceptable cost for the farms involved (this cost is CFA 65,300 / year / farm) and iv) empower the UR-SCPCs in the ownership of the CPEF system.

Key words: Smallholder - Household food Security - Agronomic practices - Capacity building et Farmers organisations

INTRODUCTION

Les programmes d'ajustement structurel préconisés par les institutions de Bretton-Woods à la fin des années 80 ont conduit à une libéralisation dans le secteur agricole (FAO, 2004 ; Bélières *et al.* 2008)... Sous la pression des bailleurs de fonds et de la baisse des cours de la fibre sur le marché international, le secteur du coton malien, n'a pas échappé à cette vague de réformes à travers la remise en cause de son approche intégrée de développement (CMDT, 2002). Certains services comme la vulgarisation, le conseil, la formation rurale, l'approvisionnement et la gestion des intrants et du crédit agricoles ont été repris en partie aux organisations de producteurs de coton et les organisations non gouvernementales (ONG) (Oxfam, 2007 ; Diakité *et al.*, 2009). Malheureusement, l'accompagnement du processus de mise en place des coopératives n'a pas suivi. Dans certaines zones, des analphabètes, occupent des postes pour lesquels, l'écriture est indispensable. , notamment « l'auto diagnostic des SCPC »

Entre 2005 et 2007, une Union nationale, quatre Unions régionales, 41 Unions de secteurs, 288 Unions communales et 7177 sociétés coopératives de producteurs de coton (SCPC) de base ont été installées avec pour missions, d'assurer l'organisation de la production du coton graine, la représentation, le renforcement des capacités et la défense des intérêts des producteurs de coton, de leurs coopératives. Ces différents changements ont eu pour effet entre autres, la baisse des rendements en coton : 1150 kg à l'hectare de coton graine en 2003/2004 à 925 Kg à l'hectare en 2010/2011 (CMDT/CTAP, 2010). Cette baisse de rendement et une diminution du prix d'achat du coton graine aux agriculteurs ont occasionné un fort endettement des sociétés coopératives de producteurs de coton (SCPC). Cette situation s'est aggravée en 2008 par les effets de la crise financière et alimentaire (Oxfam, 2007). En effet, les prix des intrants et des produits de première nécessité ont doublé. C'est ainsi que les revenus des producteurs de coton ont chuté à 230 000 CFA/ha en 2003/2004. L'instabilité et la baisse du prix du coton, la baisse continue des rendements, l'augmentation des prix des intrants sont éloquemment décrites dans les documents officiels de la CMDT (CMDT, 2008).

Mais depuis le désengagement des pouvoirs publics (Etat) et le recentrage des activités de la compagnie malienne de développement des textiles (CMDT) sur le coton, des alternatives en matière d'accompagnement des producteurs sont mises en œuvre et expérimentées : champs écoles paysans, conseil à l'exploitation familiale (CEF), etc. Le CEF est une approche appréciée dans le vieux bassin cotonnier sud du pays. Il se définit comme « *une méthode de vulgarisation qui prend en compte l'ensemble de la situation d'une EFA et cherche, en dialogue avec le paysan, un cheminement d'amélioration qui s'étend souvent sur plusieurs années* » (Kleene, 1982). C'est un outil d'aide à la décision des EFA qui permet à l'agriculteur d'analyser sa propre situation, de prévoir et

de faire des choix, de suivre, d'évaluer ses résultats et de les partager avec d'autres agriculteurs.

A partir de 2006, le CEF orienté sur l'approche d'échange « paysan à paysan », a pris de l'ampleur sous l'impulsion de la SNV et des Unions Régionales (UR) de SCPC. Cette approche est intitulée « *Conseil Paysan à l'Exploitation Familiale (CPEF)* et à leurs membres ». Le CPEF est dérivé du conseil à l'exploitation agricole familiale (CEF). Sa particularité réside dans la responsabilisation des paysans et de leurs organisations dans la mise en œuvre.

Cette note a pour objectif de documenter, analyser et capitaliser l'approche CPEF développée par la SNV pour les EFA des zones cotonnières et rizicoles. Après cette introduction, la méthodologie de mise en œuvre du CPEF est présentée. Le chapitre suivant porte sur l'analyse du fonctionnement du dispositif et les résultats variés de la mise en œuvre du CPEF. Les discussions comparent les différentes approches de conseil et de vulgarisation, analysent le développement de relations entre le conseil et d'autres services, ainsi que les exigences de l'approche CPEF. La conclusion insiste sur les difficultés de financement du conseil quel qu'il soit et donc, de sa pérennisation et la nécessité d'adapter régulièrement les services de conseil aux changements de contexte.

MÉTHODOLOGIE

Dans la zone cotonnière, l'approche CPEF a été développée par la SNV et les UR-SCPC de Sikasso, Koutiala et Fana, selon les principes ci-dessous pour favoriser son appropriation et sa pérennisation :

le service du CEF est intégré au sein des organisations de producteurs (OP) ;

- la mise en œuvre du CEF mobilise des conseillers des structures locales de prestations de service et des animateurs paysans (AP) sélectionnés parmi les EFA volontaires dans le but de réduire les coûts ;
- les outils de mise en œuvre (carnet de l'exploitation, guide de l'AP, etc.) sont simplifiés ;
- les résultats sont analysés et interprétés dans une démarche d'échanges de paysan à paysan, pour limiter le recours à une expertise extérieure.

La finalité recherchée du CPEF est la bonne gestion des ressources de l'exploitation familiale en termes de plus-value agricole. Le CPEF a été expérimenté par plus de 1 500 EFA dans la zone cotonnière et le bassin céréalier de Tominian. Il mobilise plus de 200 AP accompagnés par des conseillers des structures locales de prestation de services (Faamuyas, Yiriwasira et Faranfasiso). La maîtrise d'ouvrage est assurée par les UR CSPC de Sikasso, Koutiala, Fana dans les zones cotonnières et par la

Plateforme nationale des producteurs de riz (PNPR) dans les zones rizicoles.

La mise en œuvre du CPEF se déroule en 7 étapes. Le suivi des exploitations commence à l'étape 3 par le diagnostic (Figure 1).

Etape 1 : Prise de contact : L'objectif est d'informer et sensibiliser les responsables d'OP (régionales, communales) et les SCPC dans les villages en vue d'identifier les exploitations agricoles volontaires et les AP. Cette identification se fait à travers les assemblées communautaires au niveau des villages sous la responsabilité des OP faitières. L'organisation de ces assemblées communautaires est requise pendant les deux premières étapes du CPEF.

Etape 2 : Information / Sensibilisation des exploitations agricoles : L'objectif est d'expliquer aux exploitations agricoles le CPEF, mais aussi d'obtenir la liste des volontaires (OP, exploitations familiales agricoles et AP). Les méthodes utilisées dans le diagnostic assisté sont interactives avec des entretiens semi-structurés suivis de débats. Les outils présentés sont la fiche technique sur le CPEF, le carnet de l'exploitation familiale agricole, le guide d'animation et de sensibilisation sur le CPEF, le tableau de présentation des résultats et la diffusion de témoignages (Faamuyas ; SNV, 2010).

Etape 3 : Diagnostic de l'exploitation agricole : L'objectif est de noter, d'analyser et de restituer toutes les informations importantes relatives à la vie de l'exploitation agricole familiale. Les méthodes utilisées sont des interviews semi-structurées et observations directes susceptibles de s'étendre sur environ cinq (5) jours. Toutefois, les observations sont transversales et régulières. Le guide de l'animateur et le carnet de l'exploitation agricole familiale sont les outils utilisés (suivi n°1 sur la figure 1).

Etape 4 : Elaboration du plan de campagne : L'objectif est d'élaborer un plan de campagne qui servira de guide dans l'exécution des activités agricoles de l'exploitation agricole. Ce plan de campagne est élaboré lors d'interviews semi-structurées par l'AP, l'auditeur et les membres de l'exploitation familiale. Pour ce faire, sont utilisés les fiches techniques, le guide de l'animateur, le carnet de l'exploitation agricole familiale (suivi n°2 sur la figure 1).

Etape 5 : Mise en œuvre du plan de campagne : L'objectif est d'assurer l'exécution efficace du Plan de Campagne dans le strict respect des engagements et des itinéraires et la collecte de données.

En effet, une bonne production agricole est assurée par l'exécution correcte des activités consignées dans le plan de campagne. Les acteurs mobilisés sont l'AP, l'au-

diteur et les membres actifs de l'exploitation familiale. Les AP sont chargés d'animer les groupes d'exploitants : remplissage des carnets d'exploitation, répliation des formations thématiques dans les exploitations (semis, épandages d'engrais, traitements insecticides, récoltes et conservation du coton) ... (Voir suivi n°3 sur la figure 1).

Etape 6 : Evaluation de la campagne : L'objectif est de mesurer les progrès réalisés pendant la campagne et tirer les leçons de ce qui n'a pas marché. Les méthodes utilisées sont les interviews semi-structurées. Les outils utilisés sont le carré de rendement, le plan de campagne, le carnet de l'exploitation, les fiches techniques qui sont remplis lors des animations organisées dans les communes avec les coopératives de base (suivi n°4 de la figure 1).

Etape 7 : Partage des résultats de la campagne agricole : L'objectif est de partager les résultats des exploitations adhérentes afin de permettre aux autres EFA de profiter des leçons apprises pendant la campagne, mais aussi de convaincre les EFA hésitantes d'adhérer au CPEF. Les méthodes sont la réunion de présentation de bilan de campagne au niveau du secteur, les débats, questions – réponses. Les outils nécessaires sont le carnet CEF de l'exploitation agricole, les fiches et tableaux de synthèse des résultats de la campagne, les tableaux récapitulatifs de prise de notes (suivi n°5 de la figure 1).

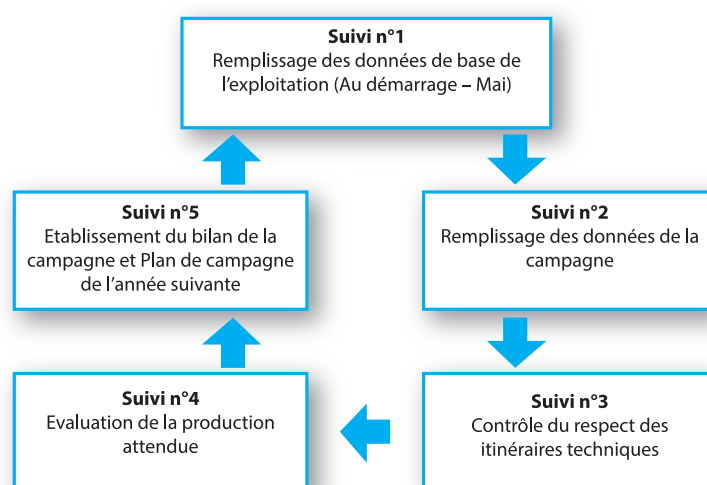


Figure 1. L'organisation du suivi des EFA adhérentes au CPEF

RÉSULTATS

Le CPEF est un trajet dont la compréhension pourrait être facilitée par la restitution de la Loi d'Orientation Agricole (LOA) qui, dans son article 3, dispose que « *la politique de développement Agricole a pour but de promouvoir une agriculture durable, moderne*

et compétitive reposant, prioritairement sur les exploitations familiales agricoles reconnues, sécurisées ». Les résultats présentés portent sur le fonctionnement du dispositif institutionnel et organisationnel, mais aussi sur les effets et impacts du CPEF.

LE DISPOSITIF INSTITUTIONNEL DU CPEF

Le dispositif institutionnel et organisationnel du CPEF s'appuie sur les OP structurées en SCPC. Il met en relation plusieurs catégories d'acteurs, qui ont chacun des rôles et responsabilités spécifiques : maîtrise d'ouvrage, maîtrise d'œuvre, coordination, accompagnement, mise en œuvre et suivi-évaluation des activités (Figure 2).

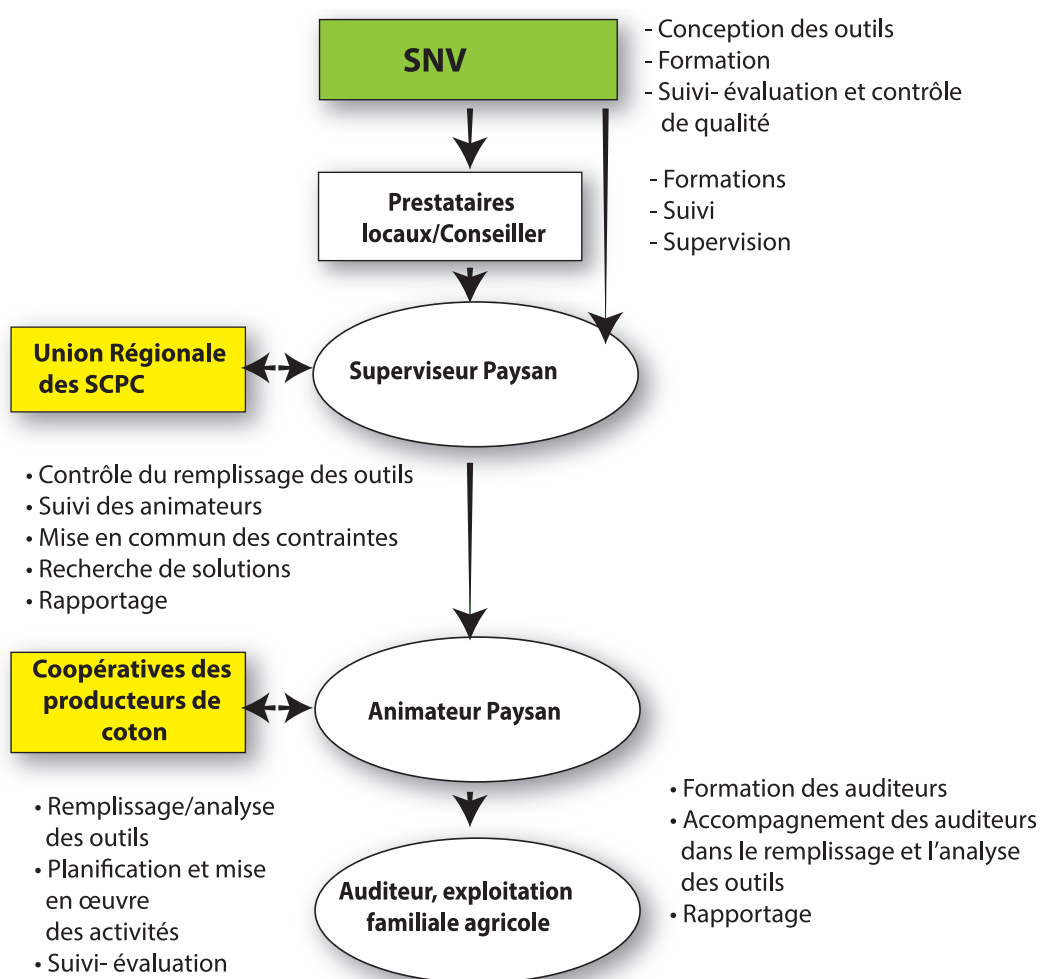


Figure 2. Dispositif du Conseil Paysan à l'Exploitation Familiale (CPEF)

- SNV

La SNV appuie les UR-SCPC pour mettre en œuvre le CPEF à travers des structures locales de prestation de services (Faamuyas, Yiriwasira et Faranfasiso). Elle

fournit l'accompagnement technique requis pour le développement des outils, la formation des intervenants, l'appui/conseil pour la mise en œuvre.

La démarche intègre trois méthodes de conseils : i) le conseil technico-économique par un groupement ou une filière ; ii) le conseil de gestion individuel prenant en compte la globalité de l'exploitation ; iii) la formation en groupe pour aborder les besoins de base de l'exploitation familiale.

Le métier de **conseiller agricole** consiste à apporter des conseils aux agriculteurs en matière de techniques et de gestion de l'EFA. La SNV effectue des suivis périodiques sur le terrain, analyse et exploite les informations pour orienter les interventions du trajet CPEF. Pour une meilleure utilisation des informations, les recommandations faites invitent à assurer un meilleur partage des informations et utiliser les informations par les faïtières pour un plaidoyer/ lobbying auprès des partenaires techniques et financiers (PTF).

- Structures locales de prestation de services (Faamuyas, Yiriwasira et Faranfasiso)

L'appui technique sur le terrain est assuré par ces structures locales. Elles assurent la formation des animateurs paysans, leur suivi et la supervision de la réalisation des bilans annuels des exploitations familiales agricoles.

Unions Régionales des SCPC

Les UR-SCPC assurent le pilotage du dispositif, notamment l'ancrage institutionnel. Elles définissent les orientations du CPEF en termes de couverture des coopératives de base, assurent la coordination et la maîtrise d'ouvrage avec l'appui de SNV. Elles gèrent la base de données relativement aux informations essentielles sur la mise en œuvre du Plan de Campagne des EFA. C'est dans ce sens que les UR-SCPC bénéficient de l'appui-conseil de l'UN-SCPC et de la SNV.

- Sociétés coopératives de producteurs de coton (SCPC)

Les SCPC sont responsables de la maîtrise d'œuvre des activités du CEF ; elles fournissent les AP du CPEF (délégues à la production de la SCPC), organisent les séances d'information, de sensibilisation pour identifier les exploitations agricoles volontaires et contribuent financièrement à la prise en charge des réunions villageoises.

Présentement, le coût du service (coût des documents, des formations et ateliers, de l'accompagnement des ONG d'appui local) est en moyenne de **65 300 FCFA** par an et par EFA. Déjà, le CPEF a été mis en œuvre au sein de plus de 1500 exploitations agricoles avec de plus de 200 animateurs paysans dans la zone cotonnière et le bassin céréalier de Tominian.

- Les exploitations agricoles familiales

Les exploitations agricoles familiales sont chargées de la tenue du carnet par un néo alphabète de l'exploitation (auditeur) et de la mise en œuvre du plan de campagne. Elles sont appuyées et conseillées par les AP du dispositif et par les conseillers CPEF mobilisés par les SCPC. Les conseillers ont le niveau BTS, licence ou ingénieur.

- Des effets et impacts variés de la mise en œuvre du CPEF

Les analyses issues de l'exploitation de la base de données, révèlent que :

- 81 % des EFA adhérentes ont un Indice de sécurité alimentaire supérieur à 1. L'indice étant calculé en faisant le rapport de la production céréalière de l'exploitation sur les besoins alimentaires du ménage sur la base de 300 kg de céréales sèches par personne et par an. Mieux, près du quart (24%) de ces exploitations ont produit plus du double de leurs besoins familiaux ;
- 51% des EFA suivies ont généré un revenu annuel (RA) moyen par actif supérieur au seuil de pauvreté globale (SPG) estimé à 144.000 FCFA/an selon les résultats de l'Enquête malienne d'Evaluation de la Pauvreté de 2001 (Fofana, 2006). Parmi ces exploitations, environ 25% sortent de la catégorie des Justes Non Pauvres (RA compris entre 100 et 150% du SPG) pour rentrer dans la classe de Non Pauvres (RA>150% SPG) conformément aux Indicateurs de caractérisation des pauvres au Mali (PNUD, 2001) (voir graph 2).
- 19% des EFA n'avait pas produit suffisamment de céréales toutefois, 2% des EFA était dans une situation très précaire à cause des cas de maladie ou de pertes d'animaux survenus en cours de campagne. Aussi 49% des EFA dégagent des RA en dessous du SPG.

L'approche CPEF a induit des progrès remarquables (Tableau 1).

Sur le plan écologique et environnemental	Sur le plan technico-économique	Sur le plan social
- Intensification de l'agriculture	- Amélioration de la sécurité alimentaire	- Consolidation de la cohésion sociale
- Restauration de la fertilité des sols	- Amélioration des revenus	- Transparence dans la gestion familiale
		- Esprit d'émulation et de partage entre exploitants

Sources : SNV, 2014

S'agissant du processus d'accompagnement par le CPEF, il convient de mettre en exergue quelques facteurs de succès :

- l'existence d'un noyau expérimental d'exploitants agricoles afin de réaliser les séances de démonstration, de partage et de diffusion des résultats ;
- la disponibilité de dispositifs pertinents de conseil agricole dotés de personnel qualifié et varié et de documents pédagogiques en langues nationales (carnets et cahiers de l'exploitant, modules, guides et cahiers de formation, etc.) ;
- un coût du conseil raisonnable, supportable par les exploitations (documents, formation, ateliers, accompagnement), soit 65.300 FCFA/an/exploitation (SNV, 2010) ;
- La simplicité des itinéraires techniques, ce qui facilite leur utilisation pratique. Le processus du CPEF est très facile à être reproduit par des populations analphabètes avec juste la présence d'un néo alphabète, ce qui la distingue des méthodes formelles d'appui technique qui sont onéreuses nécessitant un personnel hautement qualifié.

La simplicité du montage institutionnel : Les étapes du processus CPEF sont claires et accessibles, et s'appuient sur les différents niveaux des SCPC : UNSCPC, UR-SCPC, USSCPC et les SCPC à la base ; des organes délibérants, de coordination, de pilotage et de concertation visant à renforcer le dispositif mis en place existent à chaque niveau.

DISCUSSION

CPEF et vulgarisation, des approches différentes mais complémentaires

Le CPEF mis en œuvre dans le cadre de la présente communication, apparaît bien comme une approche participative et dynamique érigeant les EFA, non pas en objet, mais plutôt en acteur de leur propre développement. C'est un outil andragogique ayant pour fonction d'aider le producteur à atteindre ses objectifs. Cette approche, facilite l'accès des producteurs à des informations précieuses et ce, à faible coût. L'approche CPEF a des impacts sur des domaines comme les changements climatiques, la cohésion sociale, le leadership... Elle intègre les activités d'appui-conseil, de vulgarisation, d'animation, de sensibilisation, de communication, de formation, d'information et d'intermédiation. Elle concerne aussi les activités d'approvisionnement, de production, de conservation, de transformation, de commercialisation, d'accès au crédit.

L'approche CPEF se distingue donc bien de la vulgarisation définie comme un « service ou un système qui, au moyen de procédés éducatifs, aide la population rurale à améliorer les méthodes et les techniques agricoles, à accroître la productivité et le revenu, à améliorer son niveau de vie et à élever les normes sociales et éducatives de la vie rurale » (Mauder, 1997), ou encore « *la vulgarisation en Afrique a souvent été entendue comme un moyen de faire adopter par les producteurs de techniques mises au point par la recherche agronomique, grâce à un dispositif d'encadrement organisé à différentes échelles géogra-*

phiques » (Mercoiret, 1994).

Toutefois, il ne faut pas opposer systématiquement des dispositifs et des approches différentes du conseil par nature. Ils sont plutôt complémentaires (technique, économique, gestion, juridique, etc.). Les résultats jusqu'ici atteints dans la réalisation du CEF devraient être des facteurs favorisant l'expansion du CEF. Notre analyse nous permet d'avancer que l'extension des dispositifs de CPEF peut être facilitée en développant des relations avec les structures assurant d'autres services, comme l'alphabétisation, la formation, les organismes de crédit agricole, la recherche-développement (figure 3) :

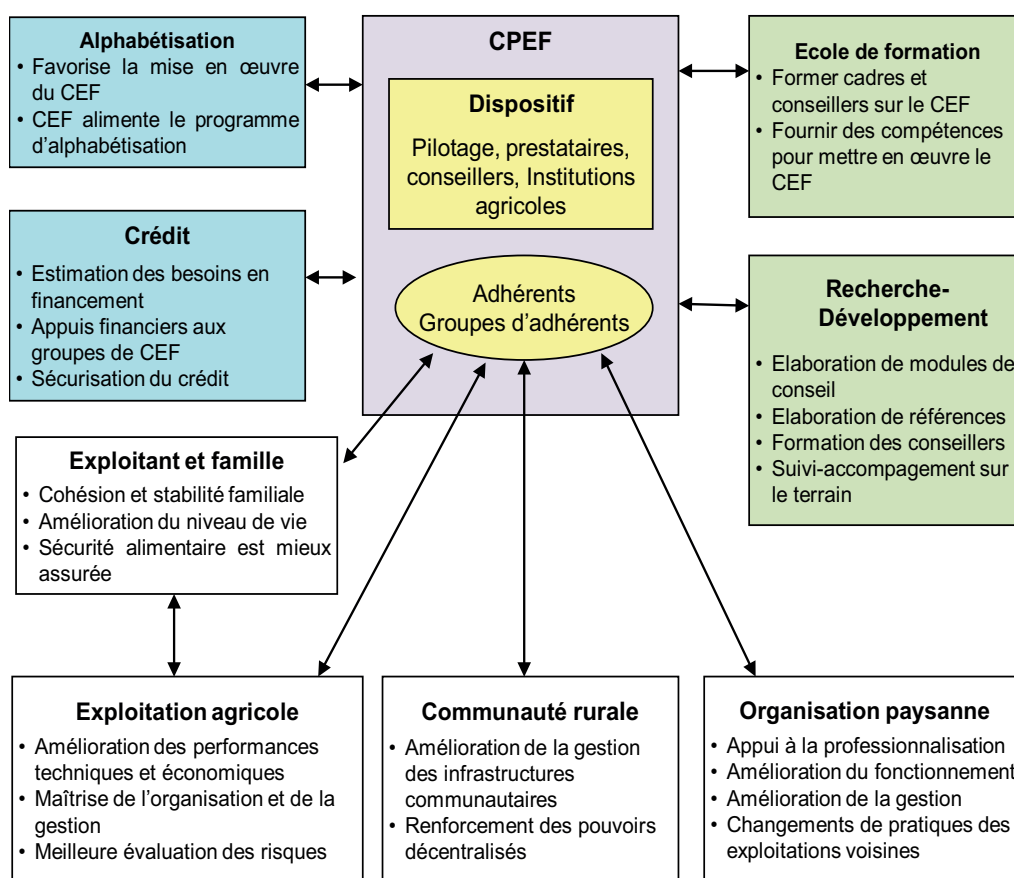


Figure 3. Les liens du CPEF avec les services d'appui à l'agriculture et ses effets sur l'exploitation agricole, les organisations paysannes et collectives

Exigences pour la mise en place d'un dispositif de CPEF

La mise en place d'un dispositif de CPEF doit répondre aux exigences ci-dessous :

- Etude diagnostique pour comprendre le contexte institutionnel et organisationnel ;

- Dispositif d'information et de sensibilisation des populations sur les intérêts/avantages et défis/enjeux du CPEF ;
- Programme de renforcement des capacités des paysans axé sur l'alphabétisation fonctionnelle et la formation professionnelle technique ;
- Montage institutionnel ancré dans la filière concernée, précisant les rôles et responsabilités des catégories d'acteurs (pouvoirs publics, services techniques déconcentrés, collectivités territoriales, organisations paysannes faitières, réseau des prestataires de services et opérateurs économiques, ONG et PTF) ;
- Structuration du réseau des organisations paysannes et des promoteurs économiques ;
- Dispositif CPEF adapté et sa stratégie d'intervention, à travers la mise en place de prestataires locaux de services de proximité (groupements d'intérêt économiques, Bureaux d'Etudes, ONG) dotés de ressources humaines compétentes et variées (conseillers techniques, animateurs, néo alphabètes en synergie avec les services techniques déconcentrés) ;
- Noyau d'AP alphabétisés ou scolarisés permettant de tester l'adaptabilité du dispositif ;
- Base de données géo-référencées sur les EFA adhérentes pour les activités de suivi-évaluation du dispositif de CPEF à travers des statistiques agricoles susceptibles d'édifier sur les plans de campagne ;
- Alphabétisation fonctionnelle dans les programmes de formation des sociétés coopératives.

Concernant les AP, précisons l'existence d'autres exemples. A titre d'illustration, des animateurs ont également été formés et utilisés par le programme- coton mis en œuvre par Oxfam-SNV et l'AOPP, entre 2008 et 2012.

CONCLUSIONS

Le CPEF est dérivé du CEF et sa particularité réside dans la responsabilisation des paysans et de leurs organisations dans la mise en œuvre, au-travers des AP d'un conseil individuel à l'EFA. La démarche utilisée est fondée sur des méthodes et outils paysans de diagnostic assisté auprès des EFA et l'interprétation en groupe de paysans des résultats de l'EFA dans une démarche d'échanges de paysan à paysan.

Comme pour toutes les autres approches de vulgarisation et de conseil, le CPEF est confronté à des contraintes. Ce sont : la forte proportion d'agriculteurs analphabètes qui ont une faible capacité de compréhension de l'outil CEF, des difficultés de remplissage des documents, et des résistances aux changements. Enfin, la réticence

de certains agriculteurs à discuter de leurs résultats économiques devant les autres agriculteurs et parfois aussi des autres membres de leurs familles. Son extension à grande échelle est limitée par son coût que les exploitations adhérentes ne peuvent pas prendre en charge complètement, ce qui demande des efforts financiers importants de l'Etat et de ses partenaires techniques et financiers, de plus en plus difficiles à obtenir.

De plus, le CPEF doit s'adapter continuellement aux changements de l'environnement de l'agriculture, qu'ils soient environnementaux, économiques ou sociaux. En priorité aujourd'hui, ce sont les changements climatiques (baisse de la pluviométrie) et leurs effets sur le calendrier agricole, les choix des cultures, etc. Les principaux défis à relever pour les agriculteurs et donc pour le CPEF sont l'intensification de l'agriculture prenant en compte les aspects environnementaux par des pratiques agricoles durables, la diversification des activités agricoles et non agricoles au sein des exploitations visant à réduire leur vulnérabilité aux variations de leur environnement économique (principalement les variations des prix des produits agricoles, des intrants, de la main d'œuvre, etc.)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BÉLIÈRES J.F., BENOIT-CATTIN M., BARRET L., DJOUARA H., KÉBÉ D., 2008. *Les organisations de producteurs en zone cotonnière au Mali. Conditions d'émergence et perspectives. Economie Rurale* 303-304-305 : 22-38.
- CMDT, 2002. *Documents relatifs au « Recentrage de la CMDT sur le Secteur Coton »*, CMDT, Bamako, Mali.
- CMDT/CTAP, 2010. *Réunion préparatoire de la commercialisation 2010/2011*. CMDT, Bamako, Mali.
- DLAKITÉ L., DEMBELE E.K., BARRY M.A., 2009. *Etude sur la fourniture des services agricoles dans les zones cotonnières de l'Afrique de l'Ouest et du Centre (AOC). Rapport de mission au Mali. Enda Prospectives Dialogues Politiques*, Dakar, Sénégal.
- DR HALLASSY SIDIBE., M OUMAR MALE, 2014. *Capitalisation des expériences du CEF (SNV) dans les zones cotonnières de Koutiala & Sikasso Etude de Cas-SNV : Le Conseil à l'Exploitation Familiale conduit par les paysans : un moyen efficace pour la réalisation de l'Objectif 1 du Millénaire pour le Développement (OMD) en milieu rural malien*. Bamako, SNV, Mali.
- FAO, 2004. *Étude de la situation et de l'évolution des systèmes de vulgarisation et d'animation forestière en Afrique sahélienne*. FAO, Rome, Italie
- FOFANA Z.B. (COORDONNATEUR ODHD), 2006. *Profil de pauvreté du Mali 2001. Ministère du Développement Social de la Solidarité et des Personnes Agées, Observatoire du Développement Humain Durable et de la Lutte contre la Pauvreté au mali (ODHD/LCPM)*, Bamako, Mali.
- LOK DESSALLIEN, R., SANOUSSI GOUNÉ, A., DIARRA, LARIVIÈRE, S., MARTIN F. (DIR.) 2001. *Poverty Reduction Strategy, the Malian Experience*, PNUD, Université Laval, IDEA International, Québec.
- KLEENE P., 1982. *Le conseil de gestion aux exploitations. Document de travail 82.6*. Bamako, Mali, ministère de l'agriculture, document de travail.
- MAUNDER A.H., 1977. *Manuel de vulgarisation agricole*. FAO, Rome, Italie. 297 p. ISBN/ISSN. 978-92-5-200405-9.
- MERCOIRET M.R., 1994. *L'appui aux producteurs ruraux. Guide à l'usage des agents de développement et des responsables de groupements*. Paris, Editions Khartala.
- OXFAM, 2007. *Afrique de l'Ouest : Proposition pour le coton. Comic Relief*, Bamako, Mali.
- SNV, 2015. *Formation des agropasteurs en conseil de gestion du troupeau bovin : Cahier de participant, Sikasso- Bamako, Mali*.
- SNV, 2015. *Formation des agropasteurs en conseil de gestion du troupeau bovin : Résultats de base, Sikasso- Bamako, Mali*
- SNV, 2013. *Rapport annuel : Mise en œuvre du conseil à l'exploitation familiale (CEF) au titre de la campagne 2012/2013*. SNV, Bamako, Mali
- SNV, 2010. *Notes de présentation du CEF : Conseil à l'Exploitation Familiale dans la zone cotonnière du Mali-Sud*. SNV, Atelier de partage de connaissances sur le CEF, SNV, 10-12 mai, Ouagadougou, Burkina Faso.
- SNV, 2012. *Note sur le conseil à l'exploitation familiale (CEF) SNV-Mali*. SNV, Bamako, Mali, 6 pages, Sikasso- Bamako, Mali.

SNV, 2013. *Rapport d'étape. Contrat de collaboration entre la LCB (la Coordination des Unions des Centres de Gestion Rurale) et la SNV.* SNV, Sikasso, Mali.

SNV, 2013. *Rapport final sur le trajet Conseil à l'Exploitation Agricole Familiale.* SNV, Sikasso, Mali, 11 pages, Sikasso- Bamako, Mali.

SNV- OXFAM, 2011, « *Auto diagnostic des SCPC- Programme Coton* », Bamako, Mali.

ESTUR G., 2009. *Evaluation de la rémunération finale des producteurs au titre de la campagne 2008/2009. Rapport final, Mission de Restructuration du Secteur Coton (MRSC),* Bamako, Mali.

UR-SCPC., PÉRIODE : JUILLET, AOÛT ET SEPTEMBRE 2013, et Juin, Juillet, Août et septembre 2012, *Rapports zone sud Sikasso/Bougouni*, Sikasso- Bamako, Mali.

CONSEIL AUX EXPLOITATIONS FAMILIALES EN ZONE COTONNIÈRE DU MALI. CAS DU PROJET D'APPUI AUX SYSTÈMES D'EXPLOITATION (PASE)

DOUARÉ Hama Abba, APCAM, Bamako, Mali, hama.douare@yahoo.fr

KÉÏTA Abdoulaye, APCAM, Mali, abdoulaye57.djoliba@yahoo.fr

Auteur correspondant : Hama Abba DOUARÉ

RÉSUMÉ

Au Mali, le projet d'Appui aux Systèmes d'Exploitation (PASE), a mis en œuvre le conseil à l'exploitation familiale (CEF) en 2005 et 2006 (PASE I) avec des prestataires, et depuis 2014 (PASE II) avec la société cotonnière, la faîtière des coopératives de producteurs de coton, et des prestataires. Cette communication présente le fonctionnement du dispositif de CEF du PASE II et en tire des enseignements et perspectives. L'approche CEF s'est déroulée en 3 phases : i) état des lieux des dispositifs de conseil en zone cotonnière, ii) adaptation de la méthodologie et des outils au contexte, iii) mise en œuvre par différents opérateurs. Des concertations et échanges entre les acteurs impliqués ont été menés. Les capacités des personnels ont été renforcées. L'approche CEF a été affinée. Des outils pour les conseillers, les animateurs paysans, et des auditeurs alphabétisés ont été élaborés. Le CEF a amené les auditeurs à réfléchir sur leurs façons de faire. Mais le coût élevé et les difficultés pour trouver des ressources humaines compétentes sont des contraintes fortes à l'adoption du CEF à grande échelle. Celle-ci demande d'appuyer les dispositifs impliqués dans la durée, et de développer des partenariats avec les institutions de formation des conseillers, les programmes d'alphabétisation des agriculteurs, les organismes de financement pour lier le crédit et le CEF et la recherche pour le renouvellement des méthodes et des outils.

Mots clés : vulgarisation, méthode, participation, dispositifs, acteurs, coton, Mali

ABSTRACT

Management Advice for family farms in the cotton zone of Mali. Case of PASE (Projet d'Appui aux Systèmes d'Exploitation..

In Mali, the PASE (Projet d'Appui aux Systèmes d'Exploitation) implemented Management Advice for Family Farm (MAFF) in 2005 and 2006 (PASE I) with providers, and since 2014 (PASE II) with the cotton company, the confederation of cotton producer cooperatives, and service providers. This paper presents the MAFF system of PASE II and draws lessons and perspectives. The MAFF ap-

proach took place in 3 phases: i) assessment of cotton zone advisory systems, ii) adaptation of the methodology and tools to the context, iii) implementation by different operators. Consultations and exchanges between the actors involved were conducted. Staff capacities have been strengthened. The MAFF approach has been refined. Tools for agricultural advisors, farmer animators, and literate farmers have been developed. The MAFF has led farmers to think about their way of doing things. But the high cost and difficulties in finding competent human resources are strong constraints to the adoption of the MAFF. Scaling up requires support for the mechanisms involved over time, and developing partnerships with adviser training institutions, farmers' literacy programs, funding agencies to link credit and MAFF, and research for the renewal of methods and tools.

Key words: Extension, Method, Participation, Systems, Actors, Cotton, Mali

INTRODUCTION

« *Le conseil à l'exploitation familiale (CEF) est une démarche globale qui renforce les capacités des paysans et de leurs familles, à suivre leurs activités, analyser leur situation, prévoir et faire des choix, évaluer leurs résultats. Il prend en compte les aspects techniques, économiques, sociaux et, si possible environnementaux de leurs activités* » (Faure et al., 2004). L'approche CEF a été introduite au Mali dans les années 80 par l'Institut d'Economie Rurale (IER) (Kébé et al., 1999) qui a développé des outils de conseil avec la Compagnie Malienne de Développement des Textiles (CMDT, 2006).

En 2005 et 2006, le Projet d'Appui aux Systèmes d'Exploitation, phase 1 (PASE I), a testé un dispositif de CEF piloté par la chambre d'agriculture régionale (CRA) de Sikasso dans les régions CMDT de Koutiala, Sikasso et Bougouni par des prestataires auprès de 447 auditeurs (adhérents au conseil) (Havard, 2006). Il a aussi organisé un atelier avec les acteurs du conseil sur la capitalisation des expériences de conseil en Afrique de l'Ouest et au Mali (Havard et al., 2006). Ce dispositif et cet atelier ont permis de tester la faisabilité technique, financière et institutionnelle du CEF, et de dégager des enseignements pour la poursuite de sa mise en place (Diallo et al., 2010).

De 2007 à 2013, le Service Néerlandais des Volontaires (SNV) a apporté un appui à ce dispositif, dans le cadre d'un programme transfrontalier entre le Mali (régions de Sikasso, Koutiala et Fana) et l'Ouest du Burkina Faso. Fin 2011, environ 1086 exploitations familiales agricoles (EFA) sont touchées par les activités du CEF (SNV, 2012). Dans ces EFA, le CEF a permis d'améliorer les rendements (utilisation de la fumure organique, application des doses d'engrais recommandées, respect des périodes de semis), de mieux gérer le disponible en céréales pour la sécurité alimentaire de la famille, d'améliorer les revenus, et de renforcer la cohésion sociale au sein de la famille (SNV, 2012).

Compte tenu du retard pris par la phase 2 du PASE (PASE II³), le contenu et la programmation du volet CEF ont été revus à la demande du comité de pilotage de décembre 2013 pour une mise en œuvre en 2014.

Cette communication décrit le dispositif du volet CEF du PASE II, et présente les ajustements effectués pour adapter les activités à l'évolution du contexte. Puis, elle présente et discute le fonctionnement du dispositif : gouvernance, méthodes et outils, ressources humaines, financement. Elle conclut sur des propositions pour son adoption à grande échelle.

3 Projet d'Appui à l'Amélioration de la Gouvernance de la filière coton dans sa nouvelle configuration institutionnelle et à la productivité et à la durabilité des Systèmes d'Exploitation en zone cotonnière.

LE VOLET CEF DU PASE II

OBJECTIFS ET RÉSULTATS ATTENDUS

Le PASE II, financement de l'agence française de développement (AFD) et acteurs de la filière cotonnière, a démarré en 2013, avec six ans de retard suite aux difficultés rencontrées pour la levée des conditions suspensives par l'AFD et aux événements politiques de mars 2012. Ses objectifs en rapport avec le conseil sont de :

- Renforcer les capacités des producteurs pour les amener à adopter un raisonnement économique pour la conduite de leur exploitation (cf. le volet CEF, Tableau 1) ;
- Renforcer les capacités des coopératives afin qu'elles deviennent des partenaires reconnus pour la gestion de la filière, et rendre des services aux producteurs, dont le conseil et la formation (Composante 2 du projet non abordée ici).

Tableau 1. *Les objectifs du volet conseil à l'exploitation familiale du PASE II*

Objectifs spécifiques du volet CEF	Résultats attendus
Accompagner et contribuer à la coordination des principaux acteurs de la filière (C-SCPC, CMDT, SNV, autres) vers la pérennisation d'un conseil agricole répondant aux besoins des agriculteurs cibles de leurs interventions	<ul style="list-style-type: none"> ■ la coordination des activités de conseil agricole des acteurs intervenant dans la zone cotonnière est améliorée, ■ les supports méthodologiques et outils de gestion sont mis à disposition des acteurs intéressés : DNA, APCAM, OHVN, ONG, C-SCPC, etc.
Evaluer la faisabilité technique et financière d'un dispositif de conseil agricole pouvant être pérennisé et répondant aux problèmes spécifiques rencontrés par les agriculteurs, et définir un montage institutionnel cohérent avec les objectifs précédents	<ul style="list-style-type: none"> ■ des indicateurs d'impact et de suivi-évaluation sont définis, ■ les activités du volet CEF et du volet R/D sont menées en collaboration ■ la recherche a alimenté le volet CEF en modules technico-économiques répondant aux besoins des producteurs,
Elaborer un dispositif de CEF basé sur une adhésion volontaire des exploitations, touchant à terme 2500 exploitations bénéficiant de l'appui de prestataires conseillers	<ul style="list-style-type: none"> ■ le diagnostic global est élaboré avec la participation des producteurs concernés, ■ des solutions technico-économiques adaptées sont trouvées et diffusées, ■ la gestion et la productivité des exploitations familiales sont améliorées et leurs revenus monétaires augmentés, ■ au moins 2500 agriculteurs auditeurs du CEF sont plus autonomes dans leurs prises de décisions, et leurs exploitations sont plus performantes.

Légende : C-SCPC. Confédération des sociétés coopératives de producteurs de coton ; OHVN. Office de la Haute Vallée du Niger ; DNA. Direction Nationale de l'Agriculture ; APCAM. Assemblée permanente des Chambres d'Agriculture du

Mali ; CMDT. *Compagnie Malienne de Développement des textiles* ; CEF. *Conseil à l'Exploitation Familiale* ; SNV. *Service Néerlandais des Volontaires* ; R/D. *Recherche/Développement*.

RÉVISION DU DISPOSITIF DU VOLET CEF

Le contenu du volet CEF de 2007 a été revu en 2015 lors de l'atelier sur l'état des lieux du conseil agricole en zone cotonnière pour l'adapter aux changements intervenus dans la filière cotonnière malienne (Rebuffel et al.2015). L'APCAM, la C-SCPC, la CMDT, les groupements d'intérêt économique (GIE), et le CIRAD sont les acteurs de la mise en œuvre du CEF. L'APCAM coordonne les activités (Tableau 2).

Tableau 2. *Le dispositif de CEF revu en 2015*

	Acteurs	Activités
Pilotage et coordination	APCAM, maître d'ouvrage délégué du volet CEF du PASE II	<ul style="list-style-type: none"> ■ préside une commission nationale de coordination des actions de CEF et de R/D ■ élabore des protocoles de partenariats, ■ organise les ateliers méthodologiques et de restitution et la diffusion des acquis du CEF, ■ apporte un appui aux formations et recyclages (4 sessions de 5 j/an) des prestataires de services chargés des activités de conseil, ■ organise des visites d'échanges (2 de 5 j/an) pour les conseillers et les AP, ■ assure le suivi évaluation du dispositif en association avec l'IER,
Mise en œuvre (prestataires)	C-SCPC	<ul style="list-style-type: none"> ■ choisit les zones d'interventions du CEF, ■ conduit des activités CEF avec les animateurs de gestion, ■ participe aux formations, ateliers et visites,
	4 GIE*	<ul style="list-style-type: none"> ■ conduisent des activités CEF avec leurs conseillers, ■ participent aux formations, ateliers et visites
	CMDT	<ul style="list-style-type: none"> ■ fournit des informations relatives aux performances des SCPC, ■ conduit des activités CEF par les chefs ZPA, ■ participe aux formations, ateliers et visites,
Appui méthodologique	CIRAD	<ul style="list-style-type: none"> ■ réalise l'état des lieux, ■ anime les ateliers méthodologiques pour l'APCAM et les différents prestataires, ■ Forme des formateurs C-SCPC, CMDT et des prestataires afin de renforcer leur capacité et leurs compétences pour assurer les formations des conseillers, chef ZPA et animateurs de gestion.

Légende. *. GIE ayant mis en œuvre le CEF avec la SNV ; GIE. Groupement d'Intérêt Economique ; ZPA. Zone de production agricole ; AP. Animateur paysan ; APCAM. Assemblée permanente des chambres d'agriculture ; CMDT. Compagnie Malienne de Développement des Textiles ; C-SCPC. Confédération des sociétés coopératives de producteurs de coton ; IER. Institut d'Economie Rurale ; CEF. Conseil à l'exploitation familiale.

Source : Rebuffel et al., 2015

RÉSULTATS

LE PROGRAMME D'ACTIVITÉS DU VOLET CEF DU PASE II

L'état des lieux du CEF en zone cotonnière a été réalisé en 2014 avec l'appui du CI-RAD et de Nyeta Conseil, Organisation non gouvernementale malienne (Rebuffel et Coulibaly, 2014), puis restitué et validé par les acteurs du CEF lors d'un atelier à Sikasso en février 2015 (Rebuffel et al., 2015). Cet atelier a recommandé de centrer les objectifs du volet CEF sur la consolidation des acquis et sur l'accompagnement du processus de construction d'un système de conseil agricole en zone cotonnière, en s'appuyant sur les opérateurs de conseil dans cette zone : CMDT, C-SCPC et GIE prestataires. Il s'agit de renforcer les compétences des acteurs du système de conseil (formateurs, conseillers⁴, AP, auditeurs, équipes techniques des SCPC, élus, structures de formation et d'appui méthodologique), et les mécanismes de pilotage du dispositif de conseil par la CMDT et la C-SCPC.

Le programme d'activités du volet CEF comprend :

- Une **composante d'appui aux fédérations⁵ de SCPC** pour consolider les activités CEF en cours : actualiser la méthode et les outils, garantir un bon fonctionnement du dispositif (AP, superviseurs, élus chargés du suivi des activités CEF), former les équipes techniques des SCPC (dont les AP) incluant une composante alphabétisation, et mobiliser des prestataires de conseil en appui aux fédérations ;
- Une **composante d'appui à la CMDT** pour consolider les compétences des agents de terrain : élaborer des modules de formation sur le CEF, reconstituer un réseau de formateurs, et renforcer leurs compétences.

En 2015, les activités de CEF se sont limitées aux régions de Koutiala et Sikasso où les opérateurs (filiales CMDT et F-SCPC) ont des équipes expérimentées et sans contentieux avec les producteurs. En 2016 les activités ont été étendues aux régions de Fana et de Kita.

Des actions d'alphabétisation des auditeurs CEF ont été menées dans le cadre du PASE II, jusqu'à fin 2014 sur un financement de l'Union Européenne, puis à partir de 2015, sur le financement AFD en appui au renforcement des SCPC.

GOVERNANCE DU VOLET CEF DU PASE II

Les acteurs du volet CEF du PASE II sont : APCAM, CRA, Confédération et fédérations des SCPC, Holding CMDT et filiales, OHVN, IER et 4 GIE.

L'APCAM a coordonné et supervisé l'ensemble des activités de ce volet et élaboré

4 Conseiller désigné C/ZPA, animateurs de gestion des F-SCPC, conseillers des GIE

5 Fédération de SCPC en remplacement des Unions régionales depuis 2015.

des protocoles de collaboration avec le CIRAD et des contrats de prestation avec 4 GIE. Elle a présidé entre 2015 et 2017 au moins deux réunions annuelles de la commission nationale composée de représentants des acteurs cités ci-dessus du volet CEF. Ces réunions ont permis de discuter et valider les programmes d'activités de 2015, 2016 et 2017, les termes de référence (TDR) des formations et des 5 missions d'appui du CIRAD (Tableau 3 en annexe).

Une coordination régionale des activités du PASE II (CMDT, F-SCPC, IER, CRA, Académie et GIE prestataires) a été mise en place au niveau de chaque filiale⁶. Ces coordinations régionales se sont réunies trois fois par an pour la programmation, le suivi et la présentation du bilan CEF dans les filiales. Elles ont organisé des visites inter-paysannes et accompagné les missions de la coordination nationale.

Une commission pédagogique a été mise en place à la suite de l'atelier de Koutiala sur les méthodes et outils du CEF en 2015 (Rebuffel, 2015). Elle est composée de huit formateurs (4 de la CMDT, 2 des GIE, 1 des F-SCPC, 1 de la C-SCPC) et trois observateurs (le coordinateur du PASE II, le point focal de l'APCAM et l'assistant technique de la C-SCPC). La commission pédagogique, coordonnée par l'APCAM, a travaillé à l'harmonisation des modules sur les outils et méthodes du CEF pour les conseillers, l'allègement du module AP, l'adaptation du cahier de l'exploitant. Elle a bénéficié de l'appui méthodologique du CIRAD (Rebuffel, 2015 ; Rebuffel, 2016 ; Rebuffel et Havard, 2017). Les membres de la commission ont formé l'ensemble des formateurs de la CMDT, des GIE et de la confédération qui à leur tour ont formé les conseillers.

MISE EN ŒUVRE DES ACTIVITÉS DE CEF SUR LE TERRAIN

La mise en œuvre du CEF s'appuie sur les expériences antérieures du PASE I et de la SNV. Les auditeurs sont des agriculteurs volontaires s'engageant sur 2 à 3 ans. Des AP volontaires et disponibles sont identifiés et formés au diagnostic, et au suivi-évaluation du CEF avec les auditeurs. Les conseillers mobilisés sont ceux des prestataires de services, des C/ZPA de la CMDT et des animateurs de gestion des F-SCPC.

Dans les secteurs, les SCPC ayant les plus faibles rendements en coton sont proposées en priorité. L'acceptation des SCPC de participer au CEF se décide en assemblée générale. Elle tient compte de la disponibilité du délégué à la production ou d'un autre néo-alphabète volontaire pour être AP et capable de conduire le programme CEF. Les exploitations des SCPC auditrices dans le passé sont automatiquement retenues.

Pour accompagner les activités de CEF, les agents (formateurs, conseillers, anima-

6 Filiale nouvelle entité désignant la direction régionale de la CMDT dans le cadre du schéma de privatisation du secteur coton

teurs, C/ZPA) des opérateurs (prestataires privés, F-SCPC, CMDT) et les AP ont été formés. Dans le cadre de la collaboration avec le volet R/D du PASE II, des auditeurs du CEF ont expérimenté des innovations du volet R/D (écimage du cotonnier, aménagements en courbe de niveau, Phosphate Naturel de Tilemsi). Des visites inter-paysannes regroupant des auditeurs du CEF sont organisées chaque année entre et à l'intérieur des filiales.

Les activités de CEF, programmées sur les campagnes agricoles, incluent :

- les diagnostics du milieu et des exploitations pour cerner les besoins des auditeurs,
- les formations en salle pour l'acquisition de nouvelles connaissances et manières de faire, et comme lieu d'échanges apprécié par les auditeurs,
- le cahier du paysan très contraignant pour les auditeurs, mais apprécié par ceux qui parviennent à le tenir correctement,
- le suivi individuel offrant au conseiller l'occasion de travailler avec les auditeurs pour le remplissage de leurs cahiers, et pour discuter avec les responsables de la SCPC,
- les expérimentations des innovations du volet R/D,
- la mise en relation par les conseillers des auditeurs et de fournisseurs de services (matériel agricole, institutions de financement, recherche, etc.),
- les visites de terrain, lieux d'échanges entre les AP et auditeurs sur leurs pratiques, et le développement de leur capacité d'observation,
- les voyages d'études, appréciés par les auditeurs et les AP.

Les outils du CEF, disponibles en français et en Bambara pour la plupart, s'adressent à tous les producteurs (scolarisés, néo-alphabètes, non alphabétisés⁷) pouvant disposer d'un appui de l'AP. Ils prennent en compte les préoccupations des exploitations à travers une gamme variée de modules et de thèmes élaborés par la commission pédagogique.

Les conseillers, C/ZPA, animateurs de gestion disposent de supports pédagogiques pour les différents modules et thèmes du conseil.

En début de campagne, les conseillers discutent le plan de campagne avec le chef d'exploitation et les membres de sa famille en prenant en compte les préoccupations de tous. Chaque auditeur dispose d'un cahier pour enregistrer les résultats de son exploitation. Des efforts sont encore nécessaires pour la conception d'outils adaptés au niveau d'éducation des adhérents, et surtout pour les non alphabétisés, et sur la détermination de ceux réellement utiles à chaque exploitation, car elles

7 ils bénéficient de l'appui de l'AP et conseillers pour remplir leur cahier

n'ont pas toutes les mêmes besoins, capacités et parcours. Enfin, une réflexion mérite d'être engagée avec les SCPC afin de prendre les dispositions pour étendre le conseil à la plupart des exploitations et cela de façon pérenne.

Evolution des effectifs des acteurs (opérateurs, conseillers, animateurs paysans et auditeurs) entre 2015 et 2017

Entre 2015 et 2017, la mise en application du CEF s'est faite progressivement, touchant deux filiales en 2015 puis les 4 filiales à partir de 2016 (Tableau 4 en annexe).

Les effectifs et les conseillers des GIE, des filiales de la CMDT, de l'OHVN et des F-SCPC assurant le CEF ont augmenté (figures 1, 2 et 3). Grâce à l'implication de la CMDT et de la C-SCPC, le nombre d'auditeurs du CEF est passé de 250 en 2015 à 2 170 en 2016 et 5 755 en 2017, alors que les objectifs à atteindre dans le cadre du PASE2 étaient de 2 500 auditeurs.

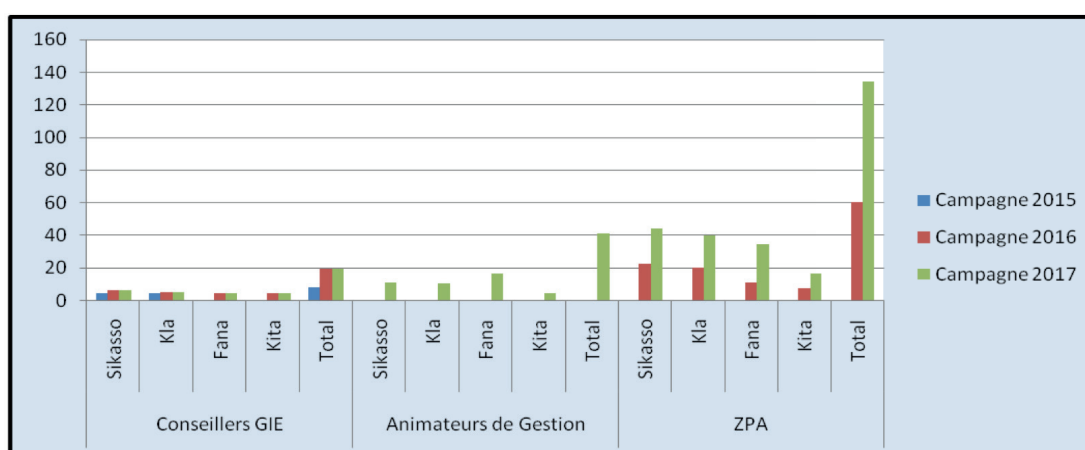


Figure 1. Les effectifs des conseillers, chef ZPA, et animateurs de gestion entre 2015 et 2017

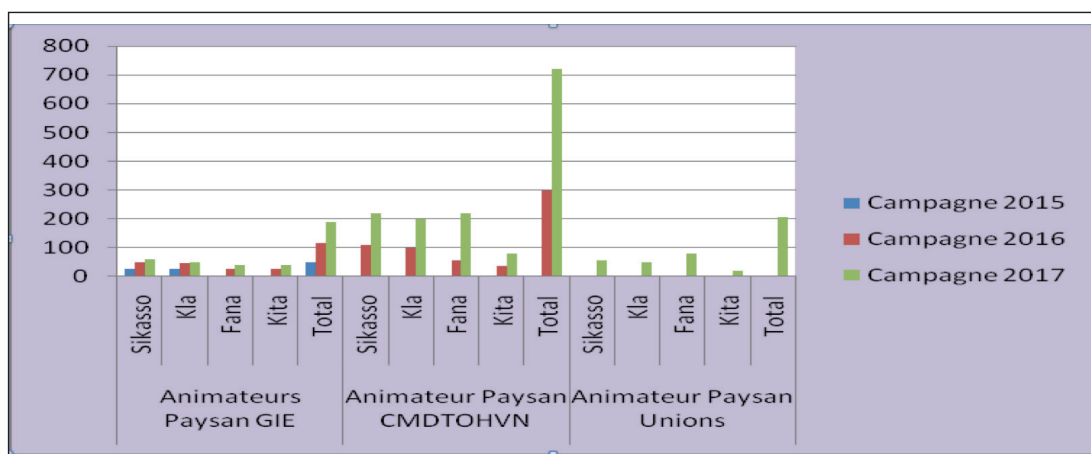


Figure 2. Les effectifs des animateurs paysans dans les différentes zones entre 2015 et 2017

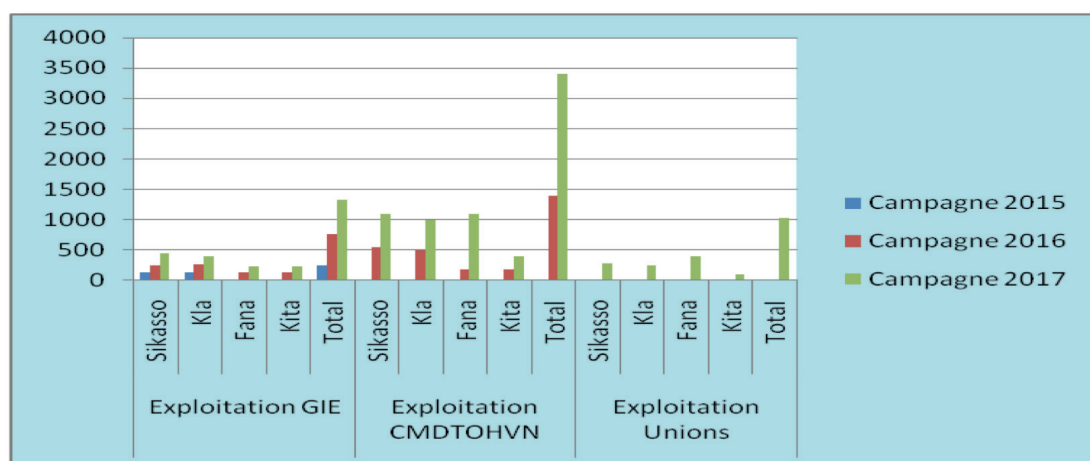


Figure 3. Les effectifs des auditeurs du CEF entre 2015 et 2017 selon les opérateurs et les zones

Témoignage de quelques bénéficiaires du CEF :

Des producteurs rencontrés (Sidiki Coulibaly et Bodian Sidibé) ont confirmé que grâce au CEF, ils ont cerné quelques notions déterminantes dans la gestion de l'exploitation familiale (autosuffisance alimentaire, capacité de travail, programmation et suivi exécution des activités, responsabilisation de certains membres de l'exploitation, gestion consensuelle des revenus de l'exploitation) à l'amélioration de la productivité et de la gestion de leur exploitation.

Les conseillers CEF ont noté que l'assistance aux producteurs a permis d'améliorer leur niveau de productivité, leur revenu et d'en assurer une meilleure gestion. Ils révèlent qu'avec le conseil les exploitants prennent conscience de leur propre situation et prennent les décisions idoines afin de trouver des solutions aux problèmes rencontrés.

Les conseillers ont confirmé qu'ils n'ont pas noté de cas de départ à l'exode rural et d'éclatement des exploitations adhérentes au CEF.

DISCUSSIONS

L'originalité du dispositif de CEF du PASE II impliquant des acteurs très différents (chambre d'agriculture, société cotonnière, privés, coopératives de producteurs de coton) se caractérise par la mise en place de commissions de concertation et de coordination au niveau national et régional, et d'une commission pédagogique composée des formateurs des différents opérateurs, et des représentants de l'APCAM. Cette dernière commission s'est avérée comme une réponse appropriée pour l'harmonisation des méthodes et outils pour les opérateurs concernés (CMDT, C-SCPC, prestataires), et pour l'adaptation et la révision en continu des thèmes de formation, des méthodes et des outils de CEF afin de mieux cerner les contraintes des exploitants, proposer des solutions idoines, et les adapter à la compréhension des AP.

Le rôle des conseillers est central dans la dynamisation du CEF ; ils sont les garants de la qualité des services rendus aux agriculteurs (Faure et al., 2011). Le dispositif CEF repose sur des conseillers aux profils et compétences variés pas toujours en rapport avec le CEF : (i) conseillers GIE uniquement dédiés au conseil et au suivi des AP et des exploitations, (ii) conseillers CMDT (C/ZPA) conduisant le CEF en marge de leur obligation de service, (iii) conseillers F-SCPC (animateurs de gestion) conduisant le CEF en marge d'autres activités mais avec difficultés, leur profil n'étant pas en adéquation avec les tâches des conseillers. Ces derniers s'appuient sur des AP dont la tâche est difficile. En effet, ils doivent convaincre les membres de leur famille de l'intérêt que le collectif va tirer de leur participation au CEF, car ils ne travaillent pas sur l'exploitation agricole quand ils assurent des activités de CEF.

Durant ces trois premières années, le volet CEF a mis l'accent sur le renforcement des capacités, l'harmonisation des méthodes et des outils, et la programmation des activités. Aucune activité n'a été menée spécifiquement pour calculer le coût réel du CEF pour un auditeur. Dans les études antérieures, le coût du CEF est compris entre 60 000 Fcfa et 120 000 Fcfa/an/auditeur (SNV, 2012 ; Dugué et Faure, 2001). Le projet PASE II avec l'appui de l'AFD et des acteurs a financé la coordination du dispositif, les ateliers, et appuis, les activités des prestataires, des indemnités de fonctionnement aux C/ZPA de la CMDT, aux AP et aux conseillers des Fédérations. La CMDT et la C-SPCPC ont pris en charge le salaire et les moyens de déplacement de leurs agents assurant le CEF. Certaines SCPC contribuent aux déplacements des AP.

La sécurisation du financement CEF par les différents acteurs (bénéficiaires, Etat, partenaires techniques et financiers, organisations des producteurs), est gage de la pérennisation de ces dispositifs de conseil car les exploitants, malgré qu'ils perçoivent les avantages du CEF, ne sont généralement pas préparés à en payer les services.

CONCLUSION

L'approche développée par le volet CEF du PASE II a enregistré des résultats intéressants qui doivent être soutenus en vue de leur pérennisation et changement d'échelle. L'APCAM doit continuer à jouer son rôle de coordination du dispositif et veiller à sa fonctionnalité.

Les mécanismes de gouvernance du CEF mis en place pour favoriser le fonctionnement du dispositif se sont avérés pertinents. Les commissions nationale et régionale regroupant les différents acteurs du CEF ont permis à ces derniers de s'accorder sur la démarche, les outils et les zones d'intervention, et d'assurer ensemble le suivi du CEF sur le terrain. La commission pédagogique a permis d'affiner l'approche et d'élaborer des outils pour les conseillers, les AP, et les auditeurs du CEF. Pérenniser

cette commission pédagogique est une nécessité pour l'actualisation en continu de la méthode et des outils de CEF, et comme lieu de capitalisation des connaissances et d'élaboration de référentiels. Les moyens financiers de son fonctionnement sont à rechercher auprès de l'Etat, des sociétés cotonnières, de la Confédération et des partenaires techniques et financiers.

Comme dans d'autres dispositifs de CEF, les outils sont destinés surtout à des auditeurs alphabétisés, ce qui ne permet pas de toucher la majorité des agriculteurs qui ne sont pas alphabétisés. Pour être efficace, le CEF doit suivre les changements de contexte, rester à l'écoute des agriculteurs et des conseillers et adapter ses outils à la diversité des besoins exprimés, des expériences et acquis des agriculteurs. Les contraintes à l'adoption du CEF à grande échelle sont similaires à celles identifiées dans d'autres dispositifs : le CEF est coûteux pour des agriculteurs individuels et demande des conseillers compétents et bien formés qui sont rares aujourd'hui. Accompagner les dispositifs de CEF dans la durée est une nécessité, tout comme développer des partenariats, avec les institutions de formation des conseillers, les programmes d'alphabétisation des agriculteurs, les organismes de financement (lier crédit et CEF) et la recherche (renouvellement des méthodes et des outils, innovation).

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient Michel Havard, chercheur au CIRAD, pour le travail de relecture, et d'échanges fructueux sur cette communication.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CMDT, 2006. *Module de formation. Conseil de gestion à l'exploitation agricole*. Bamako, 30 p.
- DIALLO A., GRANEL A., GOÏTAM., 2010. *Evaluation rétrospective du projet d'amélioration des systèmes d'exploitation en zone cotonnière au Mali (PASE). Rapport final*. AFD, Paris.
- DUGUÉ P., FAURE G. (EDS), 2001. *Le conseil aux exploitations agricoles. Actes de l'atelier sur le conseil aux exploitations agricoles en Afrique de l'Ouest et du Centre*. CIRAD, Inter-réseaux, IRAM, Bobicon, 19 au 23/11, Bénin (CR Rom).
- FAURE G., DUGUÉ P., BEAUVAL V. 2004. *Conseil à l'exploitation familiale : expériences en Afrique de l'Ouest et du Centre*. Paris : manuel du GRET, 127 p.
- FAURE G., REBUFFEL P. AND VIOLAS D. 2011. *Systemic evaluation of advisory services to family farms in West Africa*. *The Journal of Agricultural Extension and Education* 17(4):325-359.
- HAVARD M., 2006. *Tests de conseil aux exploitations agricoles dans le cadre du Programme d'Amélioration des Systèmes d'Exploitation en zone cotonnière (PASE) en 2006*. Bamako, PASE, CIRAD, 49 p.
- HAVARD, M., COULIBALY, Y. ET DUGUÉ P. 2006. *Etude de capitalisation des expériences de conseil agricole au Mali*. Bamako, APCAM, CIRAD, 95 p.
- KÉBÉ D., FOMBA B., KÉBÉ M. C., DJOUARA H., 1999. *Le conseil de gestion aux exploitations agricoles. Un outil de vulgarisation. Note méthodologique*. Sikasso, IER, 35 p.
- REBUFFEL P., 2015. *Atelier d'actualisation des outils et de la méthode d'intervention CEF du PASE II. Appui méthodologique*, Koutiala, 31/05 au 12/06. Bamako, APCAM, PASE II, AFD.
- REBUFFEL P., 2016. *Appui méthodologique au volet CEF/PASE2. Atelier de formation sur les outils et la méthode d'intervention CEF*, Tabakoro, 12 au 23/04/2016. Bamako, APCAM, PASE II, AFD.
- REBUFFEL P., COULIBALY Y., 2014. *Etat des lieux du CEF en zone cotonnière. Première mission : 19/10 au 5/11/2014*. Bamako, APCAM, PASE II, AFD.
- REBUFFEL P., HAVARD M., 2017. *Atelier de finalisation des outils et de la méthode d'intervention CEF du PASE II. Appui méthodologique*. Tabakoro, 28/02 au 3/03/2017. Bamako, APCAM, PASE II, AFD.
- REBUFFEL P., HAVARD M., COULIBALY Y., 2015. *Etat des lieux du CEF en zone cotonnière. Atelier de restitution de l'état des lieux du conseil en zone cotonnière du Mali*. Sikasso, 4 au 6/02/2015. Bamako, APCAM, PASE II, AFD.
- SNV, 2012. *Note sur le conseil à l'exploitation familiale (CEF)*. SNV, Bamako, Mali.

MODÉLISATION D'ACCOMPAGNEMENT ET MULTI-AGENT POUR UNE GESTION DURABLE DES RESSOURCES AU NIVEAU LOCAL

TRAORÉ Souleymane S., Faculté d'Histoire et de Géographie, Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako (USSGB).

SOUMARÉ Mamy, Faculté d'Histoire et de Géographie, Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako (USSGB).

MULLER Jean-Pierre, Centre de Recherche International de Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), Montpellier, France.

DLAKITÉ Cheick Hamalla, Unité SIG et Télédétection, Laboratoire Sol-Eau-Plante, CRR A de Sotuba, Institut d'Economie Rurale (IER), Bamako, Mali

DLAWARA Moriké, Unité SIG et Télédétection, Laboratoire Sol-Eau-Plante, CRR A de Sotuba, Institut d'Economie Rurale (IER), Bamako, Mali

Auteur correspondant : TRAORÉ Souleymane S., Faculté d'Histoire et de Géographie, Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako (USSGB)
sstraore@yahoo.fr

RÉSUMÉ

La situation actuelle des territoires agraires soudano-sahéliens est la résultante d'interactions entre facteurs éco climatiques, socio-économiques et politiques à l'œuvre depuis des décennies. La zone sud du Mali, autrement dit le bassin cotonnier, est sujet à la cohabitation et à une compétition ardue entre systèmes de productions agricole et pastorale. L'espace rural se trouve ainsi confronté à une forte pression d'acteurs multiples aux besoins variés. Ces pressions aux intérêts divergents ont comme indicateurs la conversion socio-économique et environnementale, la pluralité des modes d'accès à la terre en dehors du cadre légal, les litiges et difficultés dans l'affectation des terres, la fragmentation des paysages, la restructuration agricole et pastorale des territoires. Depuis quelques années, la modélisation multi-agent apparaît comme un outil efficace permettant de représenter les choix de plusieurs intervenants et leur déploiement dans un espace quelconque pour comprendre et évaluer leurs impacts sur la viabilité de divers modes de gestion des ressources. Ce travail se propose de présenter le développement d'une démarche d'accompagnement dans le terroir de Ziguéna basée sous forme d'un jeu de rôle pour simuler les impacts des prises de décision individuelles et collectives sur la fertilité et la productivité des cultures et discuter ainsi d'une meilleure gestion de l'espace rural. La démarche a consisté à la conception d'un modèle multi-agent spatialisé, d'un jeu de rôle associé d'un système d'information géographique. Les étapes de cette démarche méthodo-

logique depuis la conception du modèle, au test et à l'évaluation par les utilisateurs du modèle et les scénarios développés seront détaillées.

Mots clef: Modélisation, multi-agent, gestion des ressources, accompagnement

INTRODUCTION

La zone cotonnière du Mali fait, depuis des décennies, l'objet d'enjeux économiques, écologiques et sociaux croissants. Dans un contexte de dégradation des conditions environnementales, de crise des systèmes traditionnels de production et de développement de nouvelles opportunités économiques, cette zone subit de profondes mutations de son environnement biophysique et socio-économique. L'espace rural se trouve ainsi sous une forte pression d'acteurs multiples aux besoins variés (Soumaré, 2008). Ces forces de pression aux intérêts divergents ont comme indicateurs la conversion socio-économique et environnementale, la pluralité des modes d'accès à la terre en dehors du cadre légal, les litiges et difficultés dans l'affectation des terres, la fragmentation des paysages, la restructuration agricole et pastorale des territoires.

De nos jours, il ya un besoin urgent de mettre en place un système de gestion concertée qui répond aux aspirations des communautés locales permettant une gestion durable des ressources. La modélisation participative à base d'agent plus connu sous le terme système multi agent (SMA) a été développée pour évaluer l'impact des décisions individuelles et les actions des agents sur les changements observés dans leur environnement et paysages (Parker et *al.* 2003, Bousquet and Le Page, 2004). La modélisation participative est une approche mobilisant à la fois des méthodes d'animation de réunion et de formalisation pour conduire les meilleures décisions de gestion collectives (Guérin Schneider et *al.* 2010). Le processus de décision étant évolutif, itératif et continu, de ce fait les actes de décision sont imparfaits, le but est d'être le mieux compris et plus partagé à chaque itération du jeu de rôle (Collectif ComMod, 2005). Le jeu de rôle est donc un moyen pour favoriser la communication entre les groupes d'acteurs afin d'explicitier leur vision du système et comprendre le mode de prise de décision.

Ce système de modélisation apparaît être un outil efficace qui permet de représenter les aspirations de plusieurs intervenants et leur déploiement dans un espace quelconque pour comprendre et évaluer leurs impacts sur la soutenabilité de divers modes de gestion des ressources. Les SMA sont actuellement utilisés dans plusieurs domaines telles que les études sportives (Michael et *al.* 2013), de la criminalité (Devia et Weber, 2013), cliniques (Leykum et *al.* 2012, Yousefi et Ferreira, 2017) mais aussi à des problématiques de gestion de l'environnement (Schlüter et *al.* 2012, Le Page et *al.* 2013). Ce travail présente les étapes de mise en œuvre de cette démarche commune afin de contribuer à une prise de décision individuelle et collective pour une meilleure gestion des territoires agricoles.

SITE D'ÉTUDE : LE TERROIR DE ZIGUÉNA

Avec une superficie de 62 km², le terroir de Ziguéna est situé entre les longitudes

5°50'' et 5°55'' Ouest et les latitudes 11°35'' Nord et 11°41'' Nord (Figure 1). Le climat est de type Soudanien avec des moyennes annuelles de pluie oscillant autour de 922 mm (Ballo *et al.* 2016). Le relief est relativement accidenté avec des plateaux cuirassés principalement dans la partie Sud-Ouest du terroir. La végétation naturelle est dominée par les savanes et est riche en essences floristiques. Le terroir est drainé par deux rivières qui alimentent un important bas-fond d'inondation dans la partie nord du terroir. Le village comptait 1221 habitants selon les résultats du recensement général de la population (RGPH, 2009). La population est composée majoritairement de Senoufo, Minianka, Bobo (agriculteurs), et Peulh (éleveurs). L'agriculture qui porte en grande partie sur le coton, le mil, le maïs, le riz et la pomme de terre constitue l'activité dominante de la population.

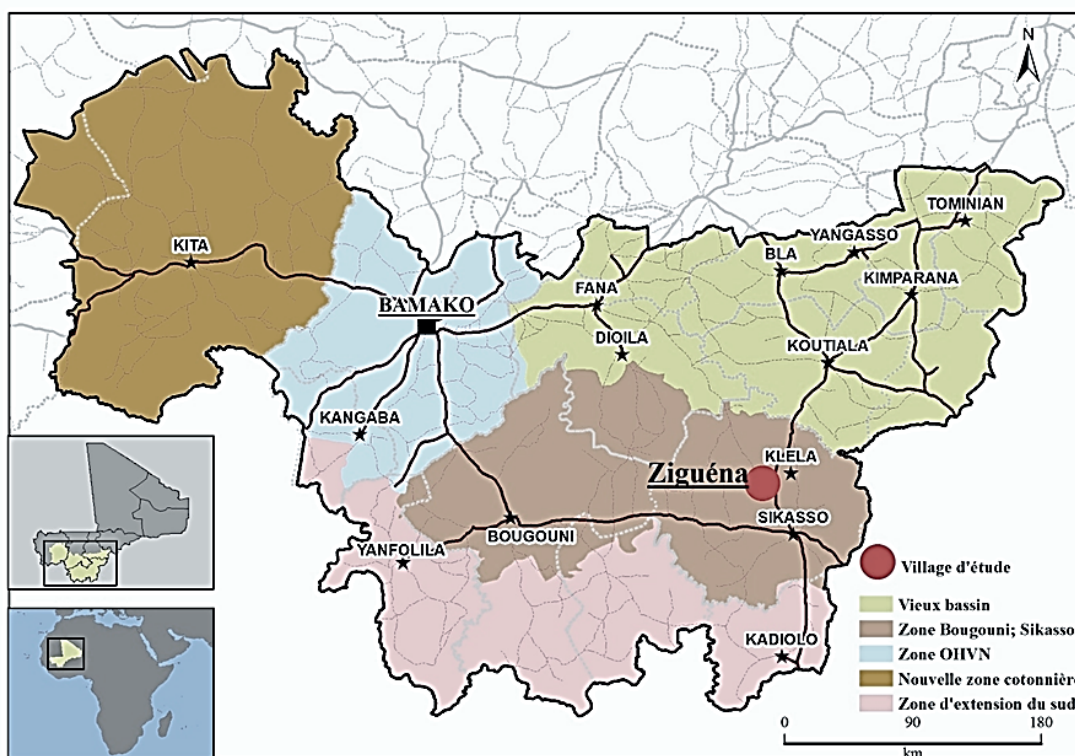


Figure 1: Localisation du site d'étude (d'après Ballo *et al.* 2016)

MODÉLISATION MULTI-AGENTS

La modélisation multi-agents a apporté une vision innovante de la modélisation et de la simulation aux sciences de l'environnement en offrant l'opportunité de représenter directement les individus, leurs comportements et leurs interactions simultanément (Ferber, 1995). Le présent modèle est implanté sur la plateforme Netlogo. Netlogo est un langage et une plateforme de développement dédiée à la simulation de modèles centrés individus (individu = agent) créée en 1999. Le logiciel continue

d'être développé depuis par Uri Wilensky et son équipe du «*Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling de la Northwestern University* » à Evanston (Illinois, USA).

Pour développer ce modèle multi-agent nous avons déterminé au préalable le diagramme de classes (Figure 2). Celui-ci décrit la structure du système: les classes et leur relation. Une classe est considérée comme une représentation abstraite d'un ensemble d'objets du domaine étudié. Elle est composée de deux parties: i) ses attributs et ii) ses méthodes qui rassemblent les opérations que la classe peut réaliser sous l'effet de messages échangés avec d'autres classes. Dans le cadre de ce travail les différentes classes définies ont été regroupées en quatre (4) compartiments: « processus biophysique », « processus climatique », « gestion individuelle », « gestion communautaire ». Le terroir est représenté par un ensemble de parcelles qui sont couvertes de végétation, de cours d'eau ou de cultures. Le terroir a aussi des caractéristiques physiques qui sont les types de sol et les unités de toposéquence qui peuvent plus ou moins influencer la décision des communautés locales dans la mise en cultures de parcelles ou l'installation d'une culture spécifique (processus biophysique). Le terroir est soumis à l'exploitation des communautés locales qui ont des modes d'utilisation individuels (gestion individuelle) qui sont souvent différents et influencés par des facteurs endogènes ou exogènes surtout climatiques (processus climatique). Le chef de village est le propriétaire des terres du terroir, de ce fait il peut réguler certaines actions infidèles par son pouvoir comme interdire d'installer les parcelles de cultures sur des parcours etc.

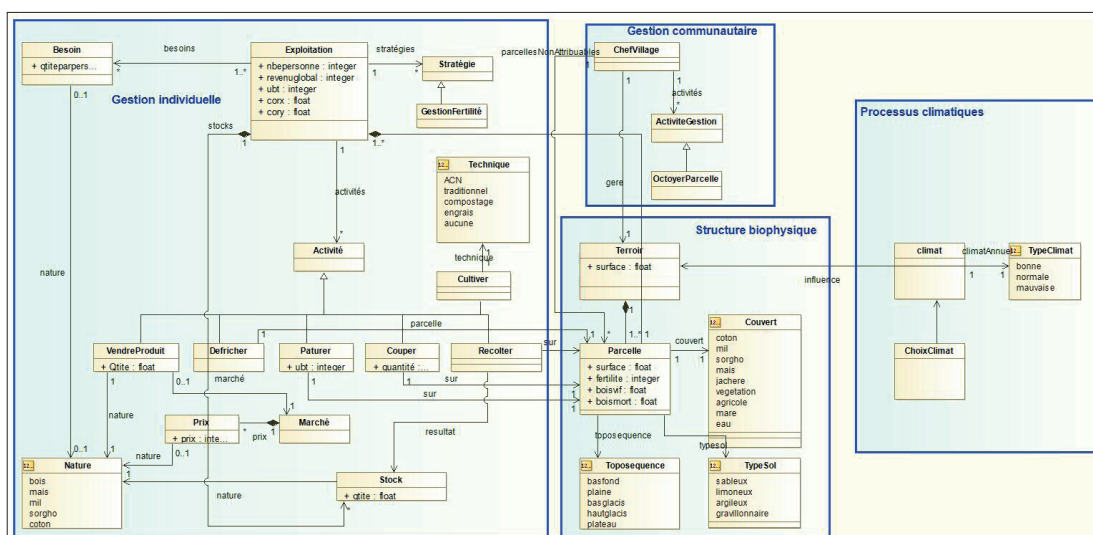


Figure 2 : Diagramme de classe

IMPLÉMENTATION DU MULTI-AGENT

PARAMÈTRES BIOPHYSIQUES DU TERROIR

Les données utilisées pour le paramétrage de l'environnement biophysiques sont issues des images satellites. Il s'agit essentiellement de l'occupation du sol, des unités de toposéquence et des différents types de sols. Ces trois types de données ont été retenus parce qu'elles ont été jugées essentielles et susceptibles d'influencer la production et le choix des paysans pour l'implantation d'une culture quelconque. Le tableau ci-dessous (Tableau 1) présente le détail des données biophysiques.

Tableau 1 : *Caractéristiques des données biophysiques utilisées pour le paramétrage du modèle multi-agent*

Données	Source	Contenu	Format
Occupation du sol	Traitement des images Landsat 8 OLI 30-m	Unité d'occupation du sol : Agricole, Savane herbeuse, Savane arborée, galerie et Savane boisée.	PNG
Toposéquence	Traitement d'image Aster GDEM 30-m	Classe de toposéquence : Basfond, Plaine, Bas glacis, Haut glacis, Plateau	PNG
Sol	PIRT 1984 désagrégé avec Aster GDEM 30-m	Types de sol : Gravillonnaires, Sableux, Argileux, Limoneux.	PNG

LES DONNÉES SOCIO-ÉCONOMIQUES

Ces données sont issues de l'enquête exhaustive effectuée en 2013. Les analyses faites sur les variables de structure et de fonctionnement, ont identifié trois types d'exploitations dans le village. Le tableau 2 donne les caractéristiques socio-économiques des 3 types d'exploitations identifiés. Les éléments de discrimination de ces trois types sont le nombre de personnes par exploitation, la proportion du coton par rapport aux autres cultures céréalières et le nombre d'UBT et le revenu global. Le revenu moyen par actif par contre ne montre pas un grand écart. Les types 1, 2 et 3 regroupent respectivement les grandes, moyennes et petites exploitations agricoles.

Tableau 2 : *Typologie des acteurs et leurs attributs*

Type	Nbre Personnes	Superficie moyenne en ha					UBT	Revenu moyen (CFA)	
		Coton	Maïs	Sorgho	Mil	Jachère*		Global	Actif
1	33	11,4	6,1	2,3	0,8	1,8	39,5	5 714 632	255 215
2	17	4,0	3,2	1,6	0,8	1,6	9,0	2 356 892	231 292
3	9	0,5	1,4	1,3	0,2	0,8	3,8	885 738	154 181

* Jachère ici inclue les superficies des spéculations cultivées de l'exploitation autre que celles énumérées dans le tableau

DONNÉES CLIMATIQUES

Dans le système multi-agent, le climat est tiré de façon aléatoire. On considère que sur une période de dix (10) ans il ya au moins trois (3) mauvaises années climatiques, deux (2) bonnes années climatiques et cinq (5) années climatiques de type moyen. Les années climatiques correspondent à la qualité de la saison hivernale qui peut être excédentaire, normale ou déficitaire en pluie. Pour la simulation dans le modèle multi-agent, le climat aura un impact sur la production des agriculteurs. Dans le scénario dit climatique les attributs des agents ; surtout le revenu est fonction du type de climat et aussi de la fertilité du champ comme le montre le tableau 3. Une bonne année climatique avec un niveau de fertilité permet d'augmenter le rendement à l'hectare de 500 kg tandis qu'une mauvaise année climatique avec le même niveau de fertilité n'as pas d'impact sur le rendement moyen du champ.

Tableau 3: *Variation des attributs des cultures en fonction du climat et de la fertilité*

Situation du climat et Fertilité	Impact sur le rendement
bonne année climatique + Fertilité 1	Pas d'augmentation
bonne année climatique + Fertilité 2	Augmente de 200kg/ha
bonne année climatique + Fertilité 3	Augmente de 500kg/ha
année climatique moyenne + Fertilité 1	Situation stable
année climatique moyenne + Fertilité 2	Augmente de 100kg/ha
année climatique moyenne + Fertilité 3	Augmente de 200kg/ha
Mauvaise année climatique + Fertilité 1	Diminue de 400kg/ha
Mauvaise année climatique + Fertilité 2	Diminue de 200kg/ha
Mauvaise année climatique + Fertilité 3	Pas de diminution

INITIALISATION DU MODÈLE MULTI-AGENT

La figure (4) montre les exploitations dans leurs champs (A) et les spéculations (B) dans les parcelles au moment de l'initialisation du modèle. Pour rappel, quatre spéculations dont le coton, le sorgho, le mil et le maïs sont les seuls considérés dans ce modèle. Le système de rotation et les techniques culturales de tel ou tel exploitant permet d'augmenter ou de diminuer la fertilité du champ et agit sur la production de l'année suivante. Ainsi, la culture du coton d'un champ permet d'augmenter sa fertilité et améliore le rendement de la spéculation qui suivra le coton dans le système de rotation des cultures. Par contre, une autre spéculation diminue d'un niveau la fertilité sauf si l'exploitation utilise d'autres techniques pour maintenir la fertilité qui peuvent être la pâture d'animaux dans le champ ou l'utilisation de fumure organique.

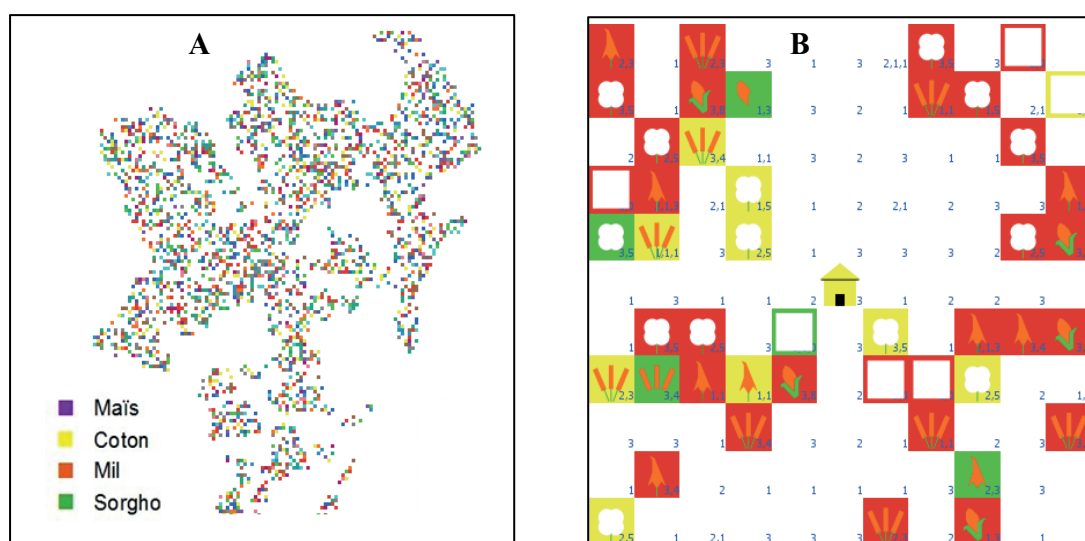


Figure 3: *Les exploitants dans leurs champs (A) et les spéculations dans les parcelles (B)*

La figure (5) montre l'évolution des superficies et des spéculations pour les trois types d'exploitation durant les quatre années de simulation. Les superficies étaient de 5 ha pour le type 3 dont 2 ha de coton et le reste en céréales, 11 ha pour le type 2 avec 5 ha de coton et 6ha de céréales, et 22ha pour le type 1 avec 10 ha de coton et 12ha de céréales pour la première année de simulation. A la quatrième année le type 3 avait 8 ha dont 3 ha en coton et 4ha en céréale et 1 ha en jachère. Le type 2 avait 15 ha dont 6ha de coton et 9ha de céréales tandis que le type 1 avait 27 ha dont 12 ha en coton et 14 ha de céréales et 1 ha de jachère. Les surfaces totales des céréales dominent l'assolement.

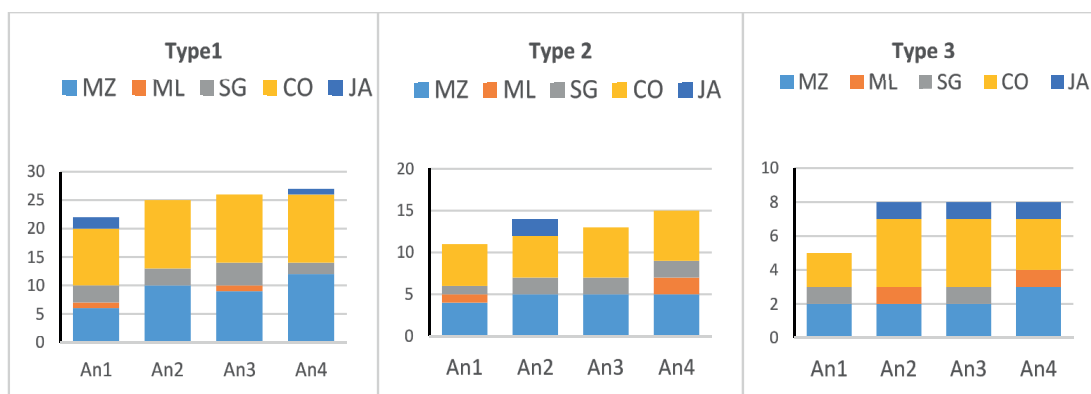


Figure 4 : *Evolution des superficies (ha) et par des différentes spéculations durant la phase de simulation pour les trois types d'exploitations (CO : Coton, ML : Mil, SG : Sorgho, JA : Jachère)*

Il existe toujours un arbitrage entre le rendement des cultures, la pluviométrie et les pratiques agricoles. L'analyse de cet arbitrage permet de juger la performance des

exploitations agricoles (selon le type) en année normale et sa résistance en année extrême (aléas climatique). La performance des types d'agriculteurs est testée en utilisant deux scénarios : le scénario non climatique et le scénario climatique.

SIMULATION : SCÉNARIO NON CLIMATIQUE

Dans le scénario climatique, le climat a un impact sur la production. La figure (6) montre l'évolution des revenus simulés sur 10 ans. On constate que le type 1 est le plus performant en termes de revenu moyen par personne dans le ménage. Le revenu moyen par personne varie entre 180 000 FCFA et 140 000 FCFA sur la durée de la simulation. Le revenu moyen par personne varie beaucoup plus pour les types 2 et 3 et se situe entre 80 000 FCFA et 160 000 FCA selon années pour le type 3 et entre 80 000 FCFA, et 140 000 FCFA pour le type 2. Dans ce premier scénario, les grandes exploitations agricoles se montrent plus performantes que les petites et les moyennes.

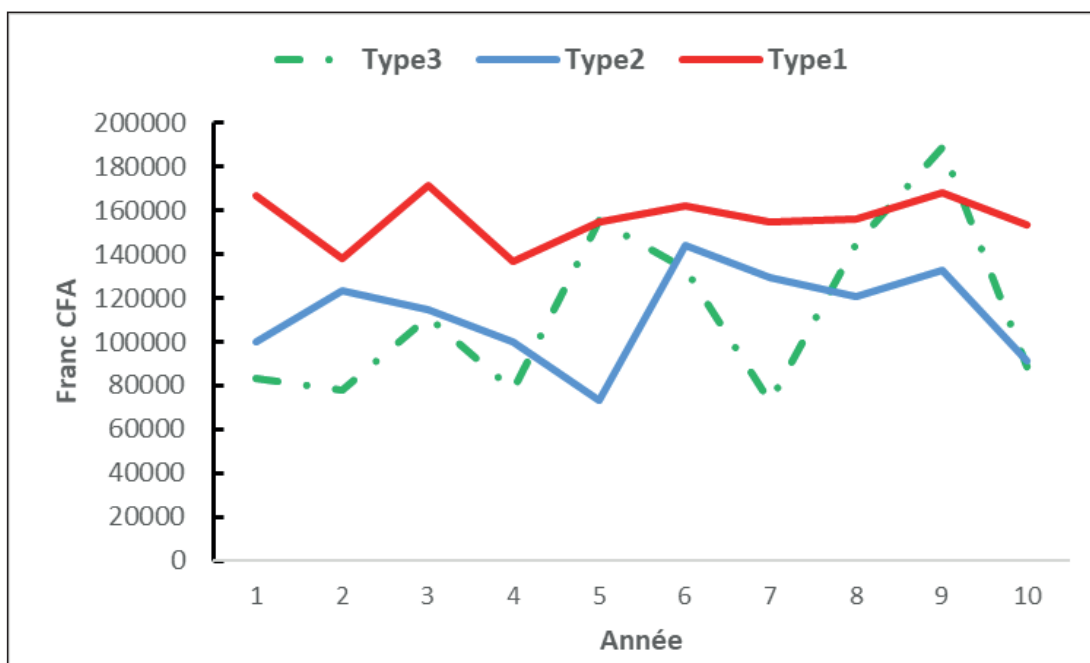


Figure 5 : Evolution des revenus pour les trois types d'agriculteurs (scénario non climatique)

SIMULATION : SCÉNARIO CLIMATIQUE

La figure (7) montre la performance des types d'agriculteurs dans le scénario climatique à travers l'évolution des revenus sur quatre (4) campagnes. Les paysans de type 3 sont les plus performants, ensuite les agriculteurs de type 2 durant la durée de la simulation (4 ans). Les paysans de type 3 sont moins performants et très sensibles à un choc climatique comparé aux deux autres types d'agriculteurs. Ce phénomène a été déjà confirmé par les communautés locales elles-mêmes qui évoquent plusieurs raisons comme l'étendue non contrôlée des champs et la précarité des saisons.

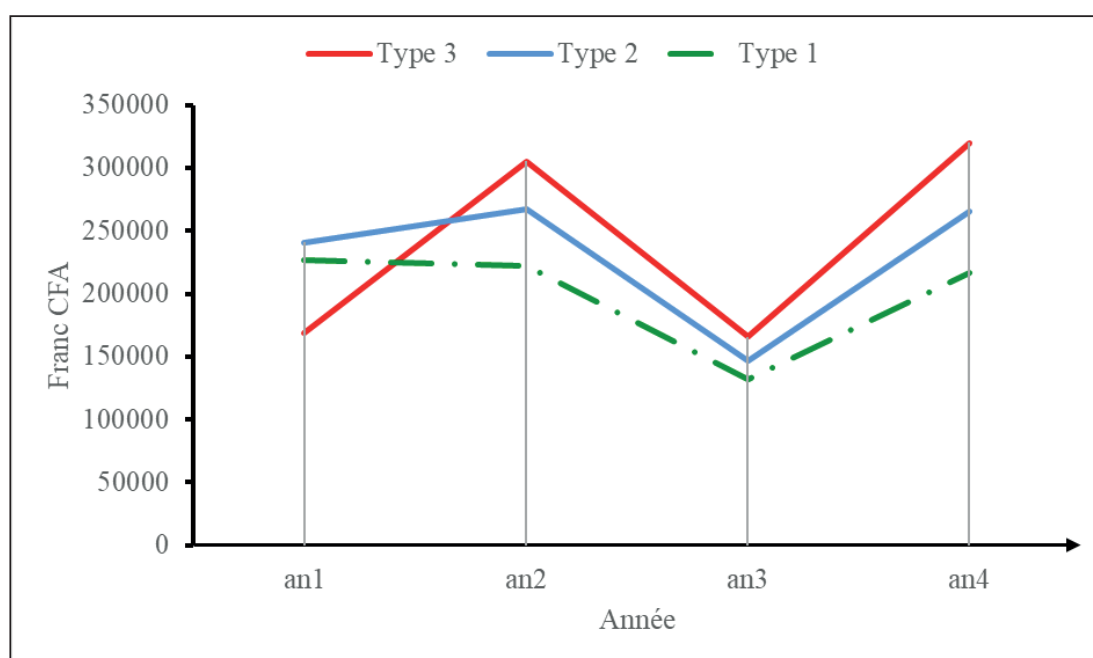


Figure 6 : *Evolution des revenus pour les trois types d'agriculteurs (scénario climatique)*

CONCLUSION

L'exploitation abusive des espaces conduit à une difficulté des gestions des ressources naturelles dans la mesure où elles sont communes aux différents acteurs. Elle est causée par la forte croissance démographique et les impacts climatiques (variabilité climatique). La maîtrise du territoire est une difficulté des communautés locales surtout des exploitations agricoles. Une démarche participative avec et pour les acteurs locaux leur permet de comprendre les enjeux de leurs territoires. Dans ce tel contexte, le système multi-agents (SMA), un outil informatique de modélisation, permet de mettre tous les acteurs autour de la table pour la même question. Cette communication présente la démarche de Co-construction et d'implémentation d'un système de gestion commune des ressources à l'aide d'un système multi-agents. Les résultats ainsi présentés montrent l'efficacité du modèle pour la compréhension de l'interaction entre l'homme et son milieu pour une meilleure gestion des ressources communes. Les scénarios ont montré deux tendances. Les grandes exploitations agricoles sont performantes dans les conditions climatiques bonnes et normales tandis que les petites exploitations agricoles se montrent plus résilientes face aux aléas climatiques. Les principales difficultés des grandes exploitations sont leur faible capacité de résilience comparée aux petites exploitations agricoles et la gestion de la main d'œuvre.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BALLO, A., TRAORÉ, S.S., COULIBALY, B., DEMBÉLÉ, S., DIAKITÉ, C.H., TRAORÉ, A., DLAWARA, M., (2016). Pressions anthropiques et dynamique d'occupation des terres dans le terroir de Ziguéna, zone cotonnière du Mali. *European Scientific Journal*, vol.12, No.5 ISSN: 1857-7881 : 90-99.
- BOUSQUET, F., AND LE PAGE. C., (2004). *Multi-agent simulations and ecosystem management: a review. Ecological Modelling* 176(3/4): 313-332.
- COLLECTIF COMMOD (2005). *La modélisation comme outil d'accompagnement*, Natures Sciences Sociétés 13, 165-168. DOI: 10.1051/nss: 2005023
- DEVLIA, N. Y WEBER, R. (2013). *Generating crime data using agent-based simulation. Computers, Environment and Urban Systems*, 42, pp26-41. doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2013.09.001
- FERBER, J., (1995). *Les systèmes multi-agents, vers une intelligence collective*. InterEditions, 1995.
- GUÉRIN SCHNEIDER, L., DIONNET, M., ABRAMI, G., VON KORFF, Y., (2010). *Comment évaluer les effets de la modélisation participative dans l'émergence d'une gouvernance territoriale. Colloque "outils pour décider ensemble"*, Oct. 2010, Montpellier, France. p. 253 - p. 271.
- LE PAGE, C., BAZILE, D., BECU, N., BOMMEL, P., BOUSQUET, F., ETIENNE, M., WEBER, J. (2013). *Agent - based modelling and simulation applied to environmental management: a review. Dans B. Edmonds & R. Meyer (dir.), Simulating Social Complexity: A Handbook (p. 499 - 540): Springer.*
- LEYKUM L., KUMAR, P., PARCHMAN, M., MCDANIEL, R. R., LANHAM, H., AGAR, M., (2012). *Use of an Agent-Based Model to Understand Clinical Systems, Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 15 (3) 2. Doi: 10.18564/jasss.1905.
- MICHAEL K.L., KENNETH L. Q., DAVID P. G., (2013). *Insights from the Application of an Agent-Based Computer Simulation as a Coaching Tool for Top-Level Rugby Union, International Journal of Sports Science & Coaching*, 8, (3). doi.org/10.1260/1747-9541.8.3.493.
- PARKER, D. C., MANSON, S.M., JANSSEN, M.A., HOFFMANN, M., DEADMAN, P., (2003). *Multi-agent systems for the simulation of land-use and land cover change: a review. Annals of the Association of American Geographers* 93:314-337.
- RGPH, (2009). *4ème Recensement Général de la Population et de l'Habitat, INS-AT-Mali, Résultats Définitifs Tome 0: Répertoire des villages*, 318p.
- SOUMARÉ, M., (2008). *Dynamique et durabilité des systèmes agraires à base de coton au Mali, thèse de doctorat en géographie humaine, économique et régionale université de Paris X Nanterre*. 373p.
- YOUSEFI, M., & FERREIRA, R. P. (2017). *An agent-based simulation combined with group decision-making technique for improving the performance of an emergency department. Brazilian journal of medical and biological research*, 50(5), e5955. Doi: 10.1590/1414-431X20175955.

PLACE ET RÔLE DES RÉSEAUX COOPÉRATIFS DANS LA GESTION DES FILIÈRES : CAS DE LA CONFÉDÉRATION DES SOCIÉTÉS COOPÉRATIVES DE PRODUCTEURS DE COTON AU MALI.

DANSOKO Raymond, Coordinateur, C-SCPC, Bamako, Mali,

SANOGO Vamara, Chargé du Suivi Evaluation, C-SCPC, Bamako, Mali.

SYLLA Mamadou Lamine, Chargé de Renforcement de Capacités, C-SCPC, Bamako, Mali

Auteur correspondant : Vamara SANOGO

RÉSUMÉ

Au Mali, l'entrée en vigueur de la directive relative à l'Acte Uniforme de l'Organisation pour l'Harmonisation en Afrique du Droit des Affaires (OHADA) sur le droit des sociétés coopératives a conduit à la création de la Confédération des Sociétés Coopératives des Producteurs de Coton (C- SCPC) le 5 septembre 2014. Cette communication présente la C-SCPC et ses démembrements, son fonctionnement, ses activités et ses perspectives. La C-SCPC, c'est 200 000 producteurs organisés en 7610 SCPC, 41 Unions Secteurs des SCPC, 4 Fédérations Régionales des SCPC. Les activités de renforcement des capacités des élus et des agents des SCPC ont permis d'améliorer le fonctionnement du réseau coopératif, et de mener des actions pour sa mise en conformité avec l'acte uniforme OHADA. La C-SCPC participe à la gestion de la filière cotonnière : approvisionnement en intrants et en matériels agricoles, fixation des prix d'achat du coton au producteur, et commercialisation du coton graine. Avec l'appui de partenaires techniques et financiers, elle a mis en œuvre des programmes d'alphabétisation des producteurs, pour leur permettre de prendre davantage de responsabilités dans les SCPC, et de participer aux activités de conseil à l'exploitation familiale. En perspective, le réseau des SCPC doit être plus efficace dans la gestion de la filière coton, continuer à renforcer les capacités des SCPC (agents, élus, producteurs), améliorer le niveau de formation et d'alphabétisation des producteurs, leur fournir des conseils adaptés, renforcer son enracinement social et territorial, collaborer davantage avec la recherche sur les effets du changement climatique sur la production cotonnière, et sur la durabilité et la productivité des exploitations agricoles en zones cotonnières.

Mots clés : Société Coopératives de Producteurs de Coton, Mali, structuration, activités, perspectives

ABSTRACT

Role of cooperative networks in the management of value chains: the case of the confederation of cooperatives of cotton producers in Mali

In Mali, the application of the Directive on the Uniform Act of the Organization for the Harmonization of Business Law in Africa (OHADA) on the law of cooperative societies led to the creation of the Confederation of Cooperative Societies of Cotton Producers (C-SCPC) on September 5, 2014. This paper presents C-SCPC and its branches, its operations, activities and prospects. C-SCPC is 200,000 producers organized into 7610 SCPCs, 41 SCPC Unions Sectors, and 4 SCPC Regional Federations. The capacity building activities of elected officials and officers of the SCPC have made it possible to improve the functioning of the cooperative network, and to take action to bring it in line with the OHADA uniform act. C-SCPC participates in the management of the cotton sector: supply of inputs and agricultural equipment, fixing the purchase price of cotton to the producer, and marketing seed cotton. With the support of technical and financial partners, it has implemented literacy programs for producers to take on more responsibilities in CCS, and to participate in family farm advisory activities. In perspective, the SCPC network must be more effective in managing the cotton sector, continue to build the capacity of the SCPC (agents, elected representatives, producers), improve the level of training and literacy of producers, provide them adapted advice, strengthen its social and territorial roots, collaborate more with research on the effects of climate change on cotton production, and on the sustainability and productivity of farms in cotton zones.

Keywords: Cooperative Society of Cotton Producers, Mali, structuring, activities, prospects

INTRODUCTION

Au Mali, les gouvernements successifs ont contribué à organiser et structurer les producteurs de coton afin qu'ils participent à la gestion de la filière. Les producteurs sont partis des associations Villageoises (AV), qui ont ensuite évolué en associations de producteurs de coton (APC) compte tenu des difficultés organisationnelles et de gestion des AV. Puis, en 2001, les états généraux de la filière coton ont recommandé l'organisation et la structuration des producteurs de coton en sociétés coopératives dotées de personnalité morale et de documents juridiques. Le projet d'amélioration des systèmes d'exploitation en zones cotonnières (PASE I) mis en œuvre de 2004 à 2007 a accompagné l'organisation et la structuration en Union Nationale des Sociétés Coopératives de Producteurs de Coton (UN-SCPC) et ses démembrements jusqu'au niveau village. Pour mieux impliquer les producteurs de coton dans la gestion de la filière, la Compagnie Malienne pour le Développement des Textiles (CMDT) et l'UN-SCPC ont créé l'Interprofession du Coton (IPC) en 2009 pour une gestion collégiale et concertée de la filière coton.

Le projet PASE II⁸ (2013-2017) a poursuivi cet accompagnement de l'organisation et du renforcement des capacités des coopératives de producteurs de coton dans le cadre de la composante 2 du projet intitulé : Renforcement des capacités du réseau d'unions des coopératives. Cette composante vise à doter l'union nationale, les 4 unions régionales et les 41 unions de secteur (créées entre janvier et mars 2007) en moyens d'équipement et subventions dégressives pour leur fonctionnement. Elle vise aussi à mettre à la disposition de l'union nationale une assistance technique en renforcement des capacités des unions pour les accompagner dans la maîtrise des fonctions qui leur ont été transférées ou qu'elles doivent cogérer au sein de l'IPC (notamment l'approvisionnement en intrants céréales, suivi de la gestion du crédit aux coopératives et du risque-prix, système d'information) et pour favoriser leur viabilité financière, en particulier par la diversification de leurs activités économiques.

L'entrée en vigueur de la directive relative à l'Acte Uniforme de l'Organisation pour l'Harmonisation en Afrique du Droit des Affaires (OHADA) sur le droit des sociétés coopératives (OHADA, 2011) a conduit la mise en conformité des statuts et règlements aux normes de l'Acte Uniforme et à la création de la Confédération des Sociétés Coopératives des Producteurs de Coton (C-SCPC) le 5 septembre 2014, en remplacement de l'UN-SCPC.

Après cette introduction, cette communication présente le réseau des SCPC, son fonctionnement, et sa participation à la gestion de la filière cotonnière malienne. Ensuite, il fait le point des activités mises en œuvre dans le cadre du PASE II en appui au réseau, et conclut sur les perspectives du réseau au Mali.

8 Projet d'Appui à l'Amélioration de la Gouvernance de la filière coton dans sa nouvelle configuration institutionnelle et à la productivité et à la durabilité des Systèmes d'Exploitation en zone cotonnière.

PRÉSENTATION DU RÉSEAU DES SOCIÉTÉS COOPÉRATIVES DE PRODUCTEURS DE COTON

Structuration du réseau

Le réseau est créé le 17 mars 2007 avec environ 7177 SCPC, 288 unions communales des SCPC, 41 unions de secteurs (US) des SCPC, 4 unions régionales (UR) des SCPC et une union nationale (UN) des SCPC.

Avec l'adoption le 15 décembre 2010 à Lomé au Togo, de l'Acte Uniforme relatif au droit des Sociétés Coopératives de l'OHADA, le réseau des sociétés coopératives des producteurs de coton s'est restructuré pour se conformer à cet Acte Uniforme. Ainsi est née le 05 septembre 2014 la C-SCPC qui est structurée en quatre niveaux :

- à la base, 200 000 producteurs se sont organisés en 7610 SCPC ;
- un premier regroupement des SCPC au niveau des secteurs, donne 41 US-SCPC ;
- les 41 Unions Secteurs se sont fédérées en 4 Fédérations Régionales des SCPC (FR-SCPC) ;
- Les quatre (4) Fédérations Régionales se sont retrouvées pour constituer la C-SCPC au niveau national.

Missions et objectifs

La C-SCPC, seule structure représentative des producteurs de coton au sein de la filière coton, a pour missions de :

- Représenter et défendre les intérêts des cotonculteurs et contribuer à l'amélioration de leurs conditions de vie et de travail ;
- contribuer à la gestion efficace, efficiente et durable de la filière coton ;
- défendre, sécuriser et améliorer les revenus monétaires des cotonculteurs.

Les objectifs de la C-SCPC sont les suivants :

- améliorer la gouvernance du réseau coopératif des producteurs de coton dans la nouvelle configuration de la filière coton ;
- améliorer la productivité, la qualité et la durabilité des exploitations agricoles en zones cotonnières ;
- approvisionner les producteurs en intrants et équipements agricoles tant pour le coton que pour les vivriers ;
- commercialiser le coton-graine et le livrer aux usines d'égrenage de la CMDT ;
- rechercher et diffuser l'information sur les prix du coton fibre sur le marché mondial ;

- impliquer les producteurs dans la gestion interprofessionnelle de la filière ;
- transformer les produits agricoles ;
- développer le partenariat au niveau national et international avec d'autres filières.

Indicateurs de performances

Suite au diagnostic du réseau coopératif réalisé en 2013 sur financement du PASE II, et après la présentation des résultats en ateliers régionaux et national, le réseau coopératif s'est fixé comme indicateurs de performance à l'horizon 2022/2023 :

- Le rendement moyen du coton à l'hectare est porté à 1300 kg ;
- Le taux d'endettement interne et externe des SCPC est réduit de 95% ;
- Le niveau d'équipement des exploitations est considérablement amélioré (80% des exploitations sont équipées en traction animale et 10 % en traction motorisée) ;
- 80 % des SCPC ont adhéré aux Centres de Gestion Rurale (CGR) et leur compte d'exploitation et leur bilan sont établis à la fin de chaque campagne ;
- 80% des SCPC tiennent leurs réunions statutaires.

Fonctionnement

La C-SCPC est dirigée par trois (3) organes que sont l'Assemblée Générale (AG), le Conseil d'Administration (CA) et le Comité de Surveillance (CS).

- Assemblée Générale

L'AG est convoquée par le CA. A défaut, elle peut être convoquée par le CS ou par l'organisation faitière. Elle est présidée par le président du CA, ou par un président de séance élu par l'AG si le président du CA est absent. Elle est constituée par l'ensemble des délégués dûment mandatés par les fédérations régionales adhérentes. Chaque fédération régionale a droit à sept délégués. Les conditions d'adhésion sont définies dans les statuts et le principal critère est « être producteur de coton et accepter les statuts ».

L'AG est l'organe souverain de délibération et de décision. Elle se réunit au moins une fois par an, et statue à la majorité des voix exprimées. L'AG extraordinaire est seule habilitée à modifier les statuts dans toutes leurs dispositions.

Des observateurs peuvent être invités aux réunions de l'AG. Ils peuvent participer aux débats avec voix consultative, à la demande ou avec l'accord du président de séance

- Conseil d'Administration

Le Conseil d'Administration (CA) est l'organe d'exécution des décisions de l'AG de la Confédération, comme le stipule l'article 308 de l'Acte Uniforme de l'OHADA (OHADA, 2011).

Le CA est investi des pouvoirs les plus étendus pour agir en toutes circonstances au nom de la société coopérative avec CA. Il les exerce dans la limite de l'objet social et sous réserve de ceux expressément attribués par le présent Acte Uniforme aux assemblées de coopérateurs. Le CA est chargé notamment de :

- préciser les objectifs de la société coopérative avec CA et l'orientation qui doit être donnée à son administration ;
- arrêter les comptes de chaque maillon du réseau coopératif ;
- veiller à l'application des principes coopératifs dans la gestion de la société coopérative et dans la répartition des excédents de l'entreprise ;
- arrêter le programme de formation et d'éducation des membres ;
- établir le rapport financier et moral de la société coopérative avec CA à présenter en AG.

Le CA est composé de douze (12) membres issus des fédérations régionales adhérentes en règle vis-à-vis de la confédération. Il se réunit en session ordinaire au moins deux fois par an. En cas de besoin, des réunions extraordinaires peuvent se tenir.

Il peut faire appel à des personnes ressources pour participer à ses réunions avec voix consultative.

- Conseil de Surveillance

Le Conseil de Surveillance (CS) est l'organe de contrôle de la société coopérative avec CA. Il agit dans le seul intérêt des membres de celle-ci.

Le CS est composé d'un président et de trois membres élus par l'AG parmi les coopérateurs. Il exerce ses pouvoirs de façon collégiale. Il a pour tâche de contrôler la conformité des activités de la Confédération par rapport aux statuts, aux règlements intérieurs et aux décisions de l'AG.

Il vérifie les livres comptables, la caisse, les comptes et avoirs de la C-SCPC, des FR-SCPC et des US-SCPC et contrôle la régularité des inventaires et des bilans et du bon fonctionnement des différents organes. Il exerce tout contrôle qu'il juge opportun et informe le CA de toutes lacunes, erreurs ou irrégularités commises.

Sous la supervision de ces organes, la mise en œuvre des activités est assurée par une équipe technique recrutée à cet effet par le CA de la Confédération.

PARTICIPATION DE LA C-SCPC À LA GESTION DE LA FILIÈRE COTONNIÈRE

La participation de la C-SCPC à la gestion de la filière coton au Mali se traduit à travers cinq (05) activités : i) l'approvisionnement des producteurs en intrants et matériels agricoles ; ii) la fixation du prix d'achat du coton graine ; iii) la participation à 20% au capital social des filiales de la CMDT ; iv) l'organisation de la commercialisation du coton graine à la base ; v) la formation et l'appui-conseil aux SCPC et aux producteurs de coton.

L'approvisionnement des producteurs en intrants et matériels agricoles

Cette activité se mène sous le couvert de la confédération, à travers le groupement d'intérêt économique (GIE) composé par la C-SCPC, la CMDT et l'Office de la Haute Vallée du Niger (OHVN). La présidence du GIE et celle de la commission des appels d'offre sont assurées par la C-SCPC. Les membres du CA et le technicien de la C-SCPC participent à tout le processus depuis l'élaboration des cahiers de charges pour les différents intrants et matériels agricoles jusqu'à l'attribution des marchés aux fournisseurs d'intrants agricoles et appareils de traitement.

La fixation du prix d'achat du coton graine

En fonction de l'évolution des cours mondiaux relatifs aux fibres de coton, des concertations sont organisées entre la C-SCPC, la CMDT et l'OHVN. Ces concertations aboutissent à un prix d'achat du coton graine qui est transmis au gouvernement pour validation. La présidence de la commission de fixation du prix d'achat du coton graine est assurée par la C-SCPC.

Participation de la C-SCPC au capital social des filiales de la CMDT Holding

Suite au processus de privatisation et de libéralisation de la filière coton initié par le Gouvernement du Mali en 2000, la C-SCPC a pris une participation au capital social des filiales de la CMDT à hauteur de 20%. Cette participation est de plus de dix milliards (10 000 000 000) Francs CFA.

Organisation de la commercialisation du coton graine par la C-SCPC

La commercialisation du coton graine à la base est confiée à la C-SCPC à travers les SCPC. Les programmations des marchés se font de commun accord entre la CMDT, l'OHVN et les SCPC. Pour mener cette activité, les SCPC reçoivent de la filière une indemnisation (frais de marché) qui est de 5400 Fcfa par tonne de coton graine commercialisé.

LES ACTIVITÉS RÉALISÉES PAR LA C-SCPC DANS LE CADRE DU PASE II

La C-SCPC participe aux activités de renforcement de capacités, à l’alphabétisation initiale et fonctionnelle des membres du réseau coopératif, et aux activités de conseils aux producteurs en collaboration avec les sociétés cotonnières.

Renforcement des capacités des élus et techniciens

En 2016, 144 élus et 153 agents des 4 FR-SCPC ont été formés sur les thèmes suivants : i) le guide de gestion des Organisations des Producteurs de Coton à la base ; ii) le guide d’élaboration du plan d’action des OP de base (SCPC) ; iii) le guide méthodologique d’établissement de la situation de Référence des SCPC.

A la fin de l’année 2017, une formation a été organisée au profit des élus et techniciens sur les aspects suivants : i) le guide de vulgarisation de la directive N°9 de l’Acte Uniforme de l’OHADA relative au droit des sociétés coopératives ; ii) le guide de formation des SCPC en zone cotonnière ; iii) le guide méthodologique du conseiller de gestion aux SCPC coton ; iv) l’évaluation des capacités des SCPC coton pour une amélioration des performances de gestion et de la gouvernance sur la base d’indicateurs pertinents retenus de commun accord au cours d’un Comité de Gestion (CG) avec l’appui technique du personnel et des conseillers des CGR.

Alphabétisation

Deux types d’alphabétisation ont été organisés par la C-SCPC : l’alphabétisation initiale et l’alphabétisation fonctionnelle.

L’alphabétisation initiale a été organisée par le bureau BEFOR. Ainsi 8 000 producteurs environ ont été formés dans les quatre FR-SCPC avec un appui financier de l’Union Européenne en 2013 et 2014. Et 4282 producteurs ont été formés en 2016 avec l’appui financier du PASE II : 196 producteurs des villages du volet recherche et développement du PASE II, 900 producteurs des villages où est mis en œuvre le conseil à l’exploitation familiale (CEF) par le PASE II, et 3 186 producteurs provenant essentiellement des SCPC à faible taux de néo alphabètes. En fin 2017, sur financement PASE II, la C-SCPC a organisé l’alphabétisation de 6 000 autres producteurs.

Des séances d’alphabétisation fonctionnelle et de post-alphabétisation ont été organisées par le bureau BEFOR : soit 720 responsables des SCPC sur financement de l’Union Européenne, 130 animateurs de centre d’alphabétisation en 2016 et le renforcement de 100 autres animateurs de centres d’alphabétisation qui ont formé 3 000 délégués des SCPC pour la tenue des documents usuels de fonctionnement des SCPC sur financement du PASE II.

Valorisation des acquis de la recherche

Dans le cadre de la collaboration entre les différents volets du PASE II, les équipes de recherche du volet recherche-développement ont été sollicitées par la C-SCPC pour réaliser des actions au profit des agriculteurs du réseau des SCPC.

En 2016, une formation en agro physiologie sur le cotonnier a été réalisée par les chercheurs auprès de 669 producteurs de nombreux villages.

Pour la campagne 2017/2018, des actions de pré vulgarisation des innovations de la recherche (écimage du cotonnier, utilisation du phosphate naturel de Tilemsit (PNT) et de la chaux agricole, utilisation du mucuna comme culture fourragère) ont été menées à grande échelle auprès des producteurs de coton avec l'appui des équipes de recherche.

Tableau 1. *Récapitulatif des actions de pré vulgarisation sur le PNT pour la campagne 2017/2018*

Engrais PNT	Nbre exploitation.	Sup/expl (ha)	Superficie totale (ha)	Dose/ha (sac)	Qté totale (sac)
FR SCPC de Koutiala	20	0.5	10	4	40
FR SCPC de Sikasso	16	0.5	8	4	32
FR SCPC de Fana	25	0.5	12.5	4	50
FR SCPC de Kita	25	0.5	12.5	4	50
Sous-total	86		43		172
Imprévis 10%					17
Total					189

Légende : Nbre. Nombre ; Sup. Superficie ; Expl. Exploitation ; Qte. Quantité

Tableau 2. *Récapitulatif des actions de pré vulgarisation sur la chaux agricole pour la campagne 2017/2018*

Désignations	Nbre exploitation	Sup/expl (ha)	Superficie totale (ha)	Dose/ha (sac)	Qté totale (sac)
FR SCPC de Koutiala	20	0.5	10	5	50
FR SCPC de Sikasso	16	0.5	8	5	40
FR SCPC de Fana	25	0.5	12.5	5	63
FR SCPC de Kita	25	0.5	12.5	5	63
Sous total	86		43		216
Imprévis 10%					22
Total					238

Légende : Nbre. Nombre ; Sup. Superficie ; Expl. Exploitation ; Qte. Quantité

Tableau 3. *Récapitulatif des actions de pré vulgarisation sur la culture fourragère de mucuna pour la campagne 2017/2018*

Désignations	Nbre exploitation	Sup/expl (ha)	Superficie totale (ha)	Dose/ha (kg)	Qté totale (kg)
FR SCPC de Koutiala	20	0.25	5	15	75
FR SCPC de Sikasso	16	0.25	4	15	50
FR SCPC de Fana	25	0.25	7	15	105
FR SCPC de Kita	25	0.25	6	15	90
Sous Total	86		22		320
Imprévus 10%					32
Total					352

Légende : Nbre. Nombre ; Sup. Superficie ; Expl. Exploitation ; Qte. Quantité

Le Conseil à l'Exploitation agricole Familiale (CEF)

Le CEF a été mis en œuvre dans le cadre d'un volet spécifique sous la maîtrise d'ouvrage déléguée de l'APCAM. Les résultats des activités du volet CEF sont présentés dans une autre communication du colloque⁹.

Concernant la confédération, plusieurs activités ont été réalisées en 2015 et 2016 afin de préparer la mise en œuvre par les agents de la confédération du CEF :

- initiation en 2015 de 18 animateurs de gestion au CEF ;
- visite inter paysanne en 2015 (22 producteurs de Kita et 22 producteurs de Fana) en vue de préparer l'adhésion des producteurs de Kita et de Fana à la mise en œuvre du CEF à partir de 2017 ;
- formation des formateurs (animateurs de gestion en qualités de conseillers) ;
- en 2017, formation des animateurs paysans (AP), et choix des auditeurs CEF dans les SCPC.

Tableau 4. *La mise en œuvre du CEF par la C-SCPC et ses démembrements*

FR-SCPC	Animateurs de gestion	SCPC	AP	Exploitations
Sikasso	8	40	40	200
Koutiala	10	50	50	250
Fana	8	40	40	200
Kita	4	20	20	100
Total	30	150	150	750

Légende. FR-SCPC. Fédération régionale des sociétés coopératives de producteurs de coton ; AP. animateur paysan

Processus de mise en conformité par rapport à la directive de l'OHADA relative à l'Acte Uniforme sur le droit des Sociétés Coopératives.

En vue de la mise en conformité des sociétés coopératives de producteurs de coton

⁹ Douaré H.A., Keita A. Le conseil aux exploitations familiales en zone cotonnière du Mali. Cas du Projet d'Appui aux Systèmes d'Exploitation (PASE).

au Mali avec la directive OHADA, de nombreuses activités d'information, de sensibilisation et de formation des élus et des agents de la C-SCPC et des FR-SCPC ont été réalisées en 2015/2016 :

- organisation de différents ateliers pour les membres du CA des FR-SCPC et leurs techniciens ainsi que des représentants des US-SCPC et des animateurs de gestion relatifs à l'entrée en vigueur de la directive de l'OHADA ;
- mission de sensibilisation et de diffusion des conclusions de l'atelier national dans les quatre FR-SCPC par la C-SCPC en 2014 pour la mise en conformité à l'Acte Uniforme de l'OHADA ;
- formation par rapport aux dispositions de l'Acte Uniforme de l'OHADA des agents et des élus du réseau des SCPC ;
- renforcement Institutionnel de la Direction Nationale de la Protection Sociales et de l'Economie Solidaire (DNPSES) : dotation en motos et ordinateurs et prise en charge de leurs agents ;
- renforcement de capacités des élus et techniciens de la C-SCPC et des FR-SCPC pour l'internalisation de l'Acte Uniforme de l'OHADA.

En parallèle, des actions de mise en conformité des SCPC à l'Acte uniforme OHADA ont été effectuées :

- élaboration des statuts et règlements types par un notaire ;
- immatriculation de la C-SCPC et des 4 FR-SCPC ;
- immatriculation en cours des US -SCPC et des SCPC ;
- publication des SCPC déjà immatriculées en cours dans un journal officiel ;

PERSPECTIVES ET DÉFIS

Malgré cette participation notable de la C-SCPC à la gestion de la filière coton, il serait important que le réseau des SCPC puisse suivre l'évolution des cours mondiaux du coton.

La C-SCPC a comme principales perspectives et défis dans l'accompagnement des SCPC :

- La résilience et l'adaptation des exploitations agricoles aux changements climatiques ;
- Le renforcement et le changement d'échelle dans la mise en œuvre du CEF ;
- L'extension de la vulgarisation des acquis de la recherche ;
- L'amélioration du rendement coton graine à l'hectare ;
- La conception de deux bases de données dont l'une servira à suivre la dyna-

mique des SCPC et l'autre la dynamique des exploitations agricoles en zones cotonnières.

L'ensemble de ces perspectives et défis ne peuvent se concevoir sans un plan de renforcement des capacités des agents et des élus de la C-SCPC, ni sans le développement de collaboration avec les autres acteurs de la filière cotonnière, et plus spécifiquement avec la recherche agricole.

Au moment opportun un plan stratégique sera élaboré et indiquera le quoi, le comment avec qui, où, quand et les ressources nécessaires ainsi que des indicateurs de réalisation d'effet et d'impact.

CONCLUSION

Les actions de renforcement des capacités des élus et des agents de la C-SCPC et des FR-SCPC ont permis d'améliorer le fonctionnement du réseau coopératif, et de mener des actions en vue de sa mise en conformité avec l'acte uniforme OHADA sur le droit des sociétés coopératives.

La C-SCPC participe activement à la gestion de la filière cotonnière pour l'approvisionnement en intrants et en matériels agricoles, la fixation des prix d'achat du coton au producteur, et la commercialisation du coton graine. Ces dernières années, avec l'appui de partenaires techniques et financiers, elle a pu réaliser des programmes d'alphabétisation des producteurs, indispensable pour qu'ils prennent des responsabilités dans les SCPC, et participent aux activités de conseil à l'exploitation familiale.

En perspective, le réseau des SCPC doit être plus efficace dans la gestion de la filière coton, continuer à renforcer les capacités des SCPC (agents, élus, producteurs), améliorer le niveau de formation et d'alphabétisation des producteurs, leur fournir des conseils adaptés, renforcer son enracinement social et territorial, collaborer davantage avec la recherche sur les effets du changement climatique sur la production cotonnière, sur la durabilité et la productivité des exploitations agricoles en zones cotonnières.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

OHADA, 2011. Acte Uniforme Relatif au Droit des Sociétés Coopératives. Journal Officiel OHADA n°23 du 15 février 2011, Secrétariat permanent, Yaoundé, Cameroun.



DEUXIÈME PARTIE

Économie des Exploitations

TPOLOGIE DES EXPLOITATIONS AGRICOLES POUR L'ACCOMPAGNEMENT DES PRODUCTEURS DANS LES ZONES COTONNIÈRES DU MALI

DLAWARA Moriké, IER, Bamako, Mali, dmorike@yahoo.fr

HAVARD Michel, CIRAD, UMR Innovation, Montpellier, michel.havard@cirad.fr

SOUMARÉ Mamy, USSGB / FHG, Bamako, Mali

KEITA Aïchata, CIHEAM, IAM, Montpellier, France

TRAORÉ Assitan, CPS, Secteur Développement Rural Bamako, Mali

KONÉ Bouréma, IER, Bamako, Mali,

Auteur correspondant DLAWARA Moriké, IER, Bamako, Mali, dmorike@yahoo.fr

RÉSUMÉ

Ces vingt dernières années, la typologie des exploitations agricoles (EA) élaborée par l'Institut d'Économie Rurale et basée sur le niveau d'équipements et les superficies, a été utilisée par le dispositif d'appui aux producteurs de la Compagnie Malienne de Développement Textile (CMDT). Aujourd'hui, cette typologie n'est plus bien adaptée aux actions de développement de la CMDT, car les EA se sont équipées, diversifiées et leur environnement a changé. L'objectif de cette étude est d'élaborer une typologie des EA intégrant d'autres dimensions que celles liées à la structure et utilisable par les organismes d'accompagnement des agriculteurs. L'étude s'est appuyée sur les données des enquêtes exhaustives réalisées en 2014 sur les EA dans six villages répartis sur différentes situations agricoles et écologiques de la zone cotonnière. La typologie a été élaborée par une Analyse en Composantes Principales (ACP) qui a identifié 11 variables discriminantes sur les 77 contenues dans la base. L'ACP est suivie d'une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) qui a dégagé 6 types d'EA, distingués en fonction de la superficie totale cultivée, des parts du coton et des céréales dans l'assolement, du nombre d'actifs, de bœufs de labour et de leur niveau d'équipements. À l'aide de ces variables, une grille simplifiée de détermination des types a été construite pour faciliter l'utilisation de la typologie par les acteurs de développement agricole. Les premiers tests de la grille, effectués sur les données des EA des six villages, ont abouti à une correspondance d'affectation des exploitations dans les types de 80%. Les résultats ont été partagés avec les organismes d'accompagnement intervenant en zone cotonnière. La prochaine étape visera l'application de la nouvelle typologie sur le terrain à l'aide de la grille simplifiée.

Mots clés : Exploitations agricoles, typologie, zones cotonnières du Mali, diversité, accompagnement.

ABSTRACT

The typology of farm elaborated by the Institut d'Economie Rurale and used by Compagnie Malienne pour de Développement des Textiles, based on structural variables, made it possible to characterize farms and show their diversity. Actually, this typology is not adapted to some of farms due to their evolution, hence we need to propose a new one. The objective of this study is to develop a classification of farms integrating, additionally to structural dimensions and others related to functioning and technical and economics aspects. The study was based on data from extensive surveys carried out in 2014 on 455 farms in six villages along different agricultural and ecological situations in the cotton zone. The classification method is built by: 1) Principal Component Analysis (PCA) which identified 11 discriminant variables out of the 77 and 2) Ascending Hierarchical Classification (AHC) which has identified 6 types, distinguished according to: the total area cultivated, the parts of cotton and cereals in the rotation, the number of on farm workers and equipment. With these variables, a simplified grid to classify all farms was constructed to facilitate the use of the typology by technical staff for agricultural development organization (NGOs, farmer's organization, etc.). The tests realized with this grid produce 80% for right types for farms. Those appreciated results were shared with the development support organizations intervening in the cotton zone. The next step will be to apply this new classification on ground in partnership with technical staff for rural development organizations.

Key words : Farms, typology, cotton zones of Mali, diversity, support

INTRODUCTION

Depuis les années 1980, la diversité des exploitations agricoles (EA) a été décrite par la Compagnie Malienne de Développement des Textiles (CMDT) dans une typologie basée sur le niveau d'équipements pour soutenir les politiques d'alors. Cette typologie regroupe les EA en cinq types, dont 4 allant des EA les plus grandes et possédant au moins un équipement complet en traction animale aux plus petites possédant un équipement incomplet de traction animale ou en culture manuelle, plus le type des EA motorisées. Depuis, les EA se sont davantage équipées et ont développé des stratégies d'adaptation aux changements de leur environnement. Dans ces deux dernières décennies, plusieurs études ont mis en évidence des stratégies des agriculteurs visant l'intensification et la diversification des activités de leurs exploitations (Poccard-Chapuis et al., 2007 ; Dufumier, 2005 ; Djouara et al., 2006 ; Bélières et al., 2007 ; Ouloguem et al., 2008 ; Coulibaly, 2008). Aujourd'hui, cette typologie n'est plus bien adaptée aux actions de développement de la CMDT, car les EA se sont équipées, diversifiées et leur environnement a changé. De plus, des EA ayant la même structure (équipement et main d'œuvre) peuvent avoir des fonctionnements et des résultats très différents (Soumaré, 2008). Ces évolutions et changements questionnent la productivité, la compétitivité et la durabilité des EA en relation avec l'ensemble de leurs activités, principalement la sécurisation et la diversification de leurs revenus face aux différents risques encourus (Bélières, 2014). Ceci demande de caractériser et de comprendre comment les EA s'adaptent à ces évolutions et changements d'où l'élaboration d'une nouvelle typologie basée sur des variables de structure et de fonctionnement des exploitations et d'une grille de lecture simplifiée en vue de l'utilisation de la typologie par les organismes d'accompagnement des producteurs sur le terrain.

Ce travail propose d'élaborer une typologie permettant de catégoriser les EA sur la base de nouveaux critères qui cadrent avec les enjeux actuels de développement en tenant compte de la diversité agro écologique des zones cotonnières du Mali. Ainsi, six types d'EA regroupés en trois catégories (petites, moyennes et grandes EA) ont été identifiés sur la base de onze variables discriminantes. Ils ont mis en évidence la diversité inter et intra-village des EA, mais aussi produit des référentiels techniques et économiques sur les EA et des éléments de discussions avec les structures d'encadrement. Une grille permettant d'affecter les EA aux six types en utilisant quelques variables faciles à collecter et à calculer a été construite. Elle a été conçue comme un outil utilisable dans les démarches d'accompagnement des EA.

MÉTHODES ET MATÉRIELS

La typologie élaborée répond à une demande des structures d'accompagnement de la production cotonnière au Mali pour améliorer l'efficacité de leurs actions et mieux les adapter aux besoins spécifiques d'accompagnement des différentes EA.

ZONE D'ÉTUDE

Cette étude a été menée dans 6 villages qui représentent la diversité des régions agricoles couvrant les zones cotonnières du Nord au Sud, et de l'Est à l'Ouest du pays (Figure 1).

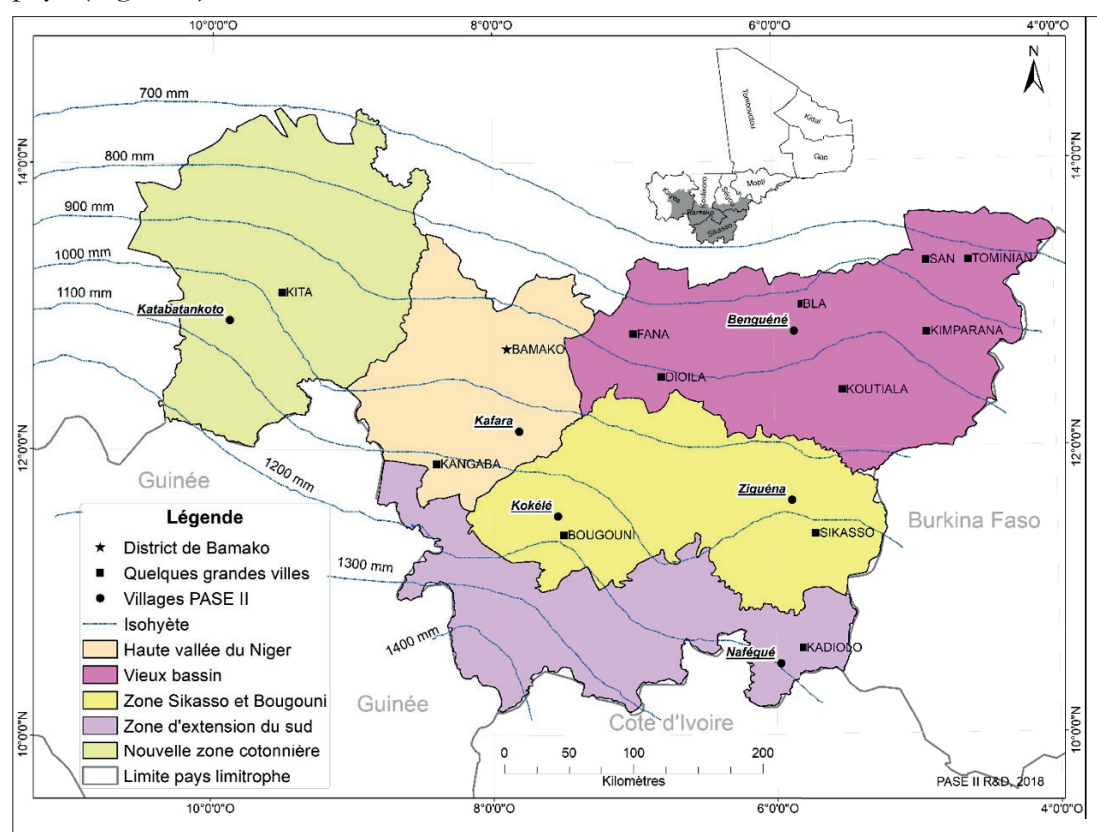


Figure 1: *Présentation des sites du projet PASE II (points rouges et verts)*

COLLECTE DES DONNÉES

Ce travail s'est appuyé sur les données des enquêtes exhaustives en 2014 qui renseignent 77 variables sur la structure, le fonctionnement, l'organisation et les performances de 455 EA réparties sur six villages (Figure 2) stockées sous Microsoft Access.

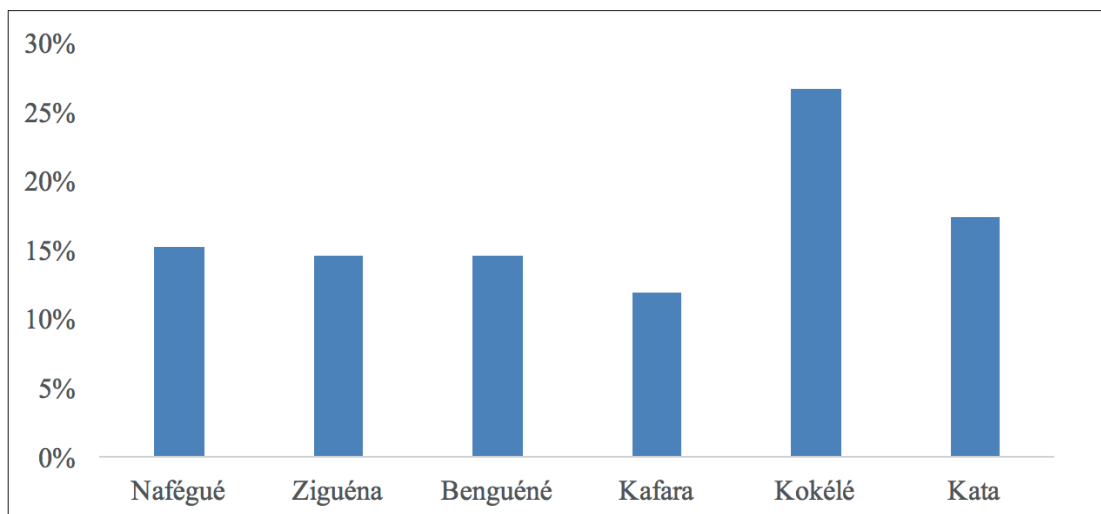


Figure 2 : Répartition des exploitations agricoles par village en % du total des exploitations agricoles

TRAITEMENTS ET ANALYSES DES DONNÉES

Les traitements et analyses des données ont porté sur une analyse préliminaire suivie d'analyses multi-variées, en mobilisant des outils comme Microsoft Office (ACCESS, Excel) et SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), logiciel utilisé pour les analyses statistiques.

Analyse préliminaire

La vérification et le contrôle de la base de données ont permis d'exclure six EA de l'analyse qui manquaient de données sur les surfaces totales cultivées, le cheptel et le nombre d'actifs. Les analyses ont porté sur 449 EA à l'aide d'Access et d'Excel.

Analyse factorielle

La réalisation d'une typologie dépend des objectifs recherchés et des indicateurs discriminants retenus (Mbetid-Bessane et al, 2003). Pour ce faire, la première étape a consisté à identifier des variables discriminantes (facteurs) pour réaliser la typologie. La discrimination, l'action d'établir une différence entre les individus d'une population donnée, une composante de l'analyse factorielle, tente de répondre à la question suivante (Martin, 2004) : tenant compte des ressemblances des individus et des liaisons entre variables, est-il possible de résumer toutes les données par un nombre restreint de valeurs sans perte d'information importante ?

La seconde étape s'est basée sur la réduction de l'information disponible à un nombre limité de variables. L'ensemble des variables étant quantitatives, nous avons retenu l'analyse en composante principale (ACP) qui permet de regrouper et simplifier un nombre important de variables qui semblent mesurer la « même chose », mais aussi

de mettre en évidence les dimensions organisant les relations entre des variables (Keita, 2015). La même auteure explique que pour faire une analyse factorielle, il faut plus de 5 à 6 variables sur un effectif correspondant au moins au triple du nombre de 16 variables avec un minimum de 100 observations. Avec 77 variables sur 449 observations, une analyse factorielle est pertinente. Cette analyse a été faite avec le logiciel SPSS (Figure 2)

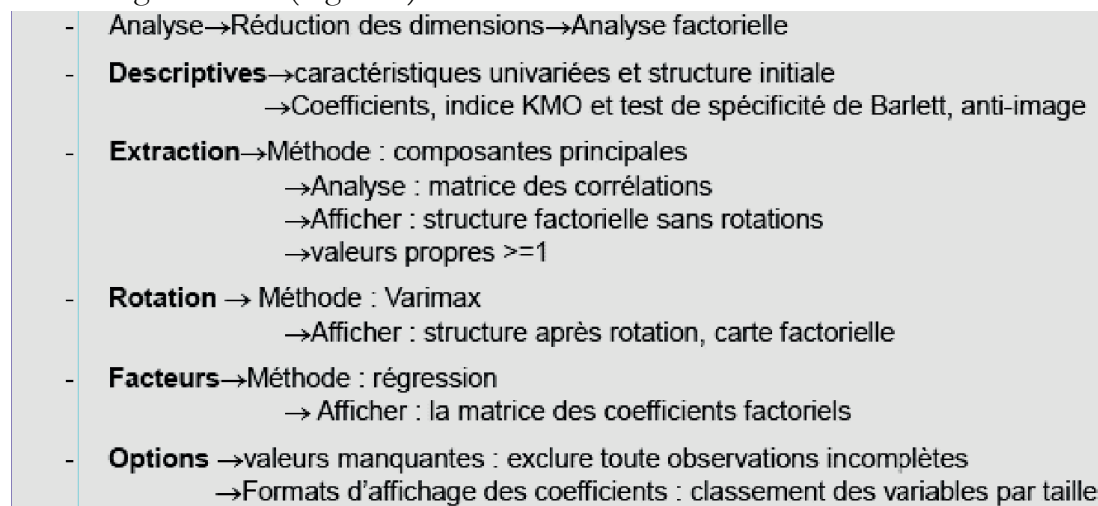


Figure 3: *Schéma d'Analyse en Composante Principale sous SPSS*

Une première ACP a été faite sur les 77 variables de structure et de fonctionnement. Ce qui a permis de rendre compte de la corrélation entre les variables et surtout dégager les variables expliquant le plus les différences entre les EA. Ce premier résultat a permis d'avoir le tableau de la qualité de représentation et de la matrice des composantes évoquées dans plusieurs travaux de typologie en Afrique (Douillet, 2014 ; Titttonnel et al, 2010 ; Havard et al., 2002). Huit (8) variables ont été identifiées dans cette première phase : le nombre total d'UBT (Unité de Bovin Tropical), le nombre de bœufs de labour, le nombre total de charrues (motorisée et traction animale), le nombre d'actifs, la surface totale cultivée (STC), STC cultivée/actif, la part de la STC en coton et céréales.

Pour voir l'influence de l'âge des chefs d'exploitation (CE), la variable âge CE a été ajoutée aux 8 identifiées. Ce qui fait un total de neuf (9) variables.

Une seconde ACP a été faite sur les 9 variables qui ont donné un indice KMO¹⁰ à cheval entre le médiocre et le bien (0,687). Avec ce résultat, l'ACP est peu pertinente. Une forte corrélation a été constatée entre l'âge du CE et la part du coton dans la STC.

10 Sur www.spss.espaceweb.usherbrooke.ca, le site francophone le plus complet sur SPSS, l'interprétation de l'indice KMO est la suivante : 0,80 et plus Excellent ; 0,70 et plus Bien ; 0,60 et plus Médiocre ; 0,50 et plus Misérable ; Moins de 0,50 Inacceptable, l'ACP n'est pas recommandée.

Les (9) variables discriminantes ont été présentées aux chercheurs pour appréciation. Les observations ont permis d'exclure le nombre total de charrues étant donné que la plupart des exploitants possèdent au moins une charrue. La variable âge du CE a été également retirée (son coefficient de saturation était moindre comparé à d'autres). Le niveau des équipements des exploitations agricoles apparaît important dans leurs caractérisations. Avec la prise en compte du nombre total de semoirs et de multiculteurs, une grande différence n'a pas été constatée au niveau de l'indice KMO (0,678).

L'ajout du nombre de charrettes et UBT/STC, intéressantes pour analyser l'intégration agriculture-élevage a amélioré la qualité des données. L'indice KMO (0,715) est bon. La méthode de rotation a été celle de VARIMAX. L'analyse est plus pertinente avec ce type de rotation.

Les onze variables retenues ont servi de données d'entrée à la classification : nombre de bœufs de labour, nombre total d'UBT, nombre de multiculteurs, nombre de semoirs, nombre de charrettes, nombre d'actifs, ratio STC/actif, part STC en coton, part STC en céréales, STC, ratio UBT/STC.

Classification des exploitations agricoles

L'Analyse en Composant Principale (ACP) a été suivie par la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH). La CAH est une méthode de classification qui consiste à fusionner deux objets (ou individus) au sens d'une mesure de proximité de sorte que deux objets groupés à une étape le restent jusqu'au terme du processus de classification (Blei, 2008). L'objectif principal des méthodes de classification automatique est de répartir les éléments d'un ensemble en groupes (Chessel et al., 2004). Il s'agit ici, à partir des éléments terminaux, de former de petites classes ne comportant que des individus les plus semblables, et on continue le processus jusqu'à l'obtention d'une seule classe formée de tous les éléments (Keita, 2015).

La CAH a permis de regrouper les EA ayant des caractéristiques semblables. Sur les onze variables discriminantes, la CAH a été effectuée en deux étapes :

- Après une lecture des données, une première CAH a été faite pour obtenir 5 types. Il se trouve que ces résultats regroupaient des EA ayant des caractéristiques diverses. Ce premier résultat a été présenté aux équipes de recherche IER et CIRAD qui ont souligné qu'à l'échelle d'un type, la variation de certaines caractéristiques est grande, et suggéré d'augmenter le nombre de classes ;
- Une deuxième CAH a été faite avec 6 classes (Figure 4), caractérisant mieux la diversité des EA selon les équipes de recherche.

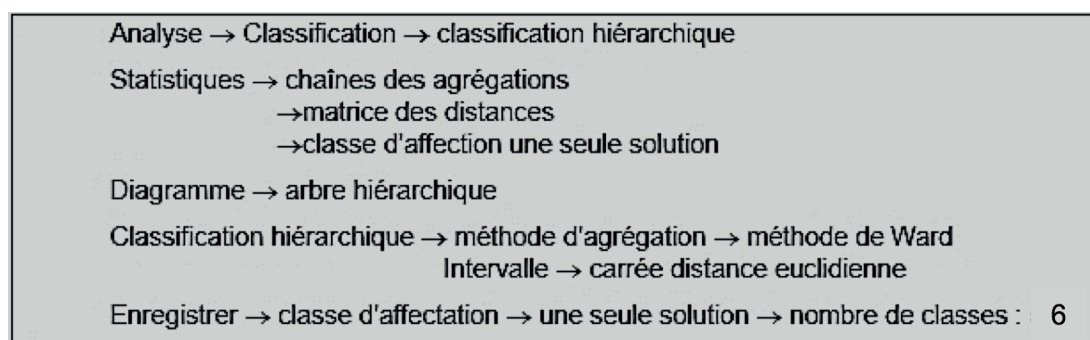


Figure 4: *Schéma de Classification Ascendante Hiérarchique avec SPSS*

La méthode d'agrégation s'est appuyée sur celle de Ward. Elle permet d'agréger à chaque itération les classes dont l'agrégation fait perdre le moins d'inertie inter-classe. Cette technique tend à regrouper les classes entre elles. La mesure choisie pour regrouper les individus est le carré de la distance euclidienne.

Élaboration d'une grille simplifiée

La mise en œuvre de la méthode utilisée pour établir cette typologie est exigeante en temps et complexe en analyse. Elle n'est pas utilisable en l'état par la majorité des agents des organismes d'accompagnement des agriculteurs. Ce constat a été validé lors de la présentation de la nouvelle typologie aux organismes d'accompagnement. Pour faciliter l'utilisation de la typologie par ces organismes, une grille simplifiée de détermination des types d'EA a été élaborée. Elle prend en compte douze variables, dont neuf sur les onze retenues (part STC en coton, nombre de bœufs de labour, nombre de semoirs, nombre de charrettes, nombre de multiculteurs, nombre d'actifs, ratio STC/actif, part STC en céréales, STC). Les trois variables (nombre total de bovins, de charrues et le ratio bovin/STC) ont été ajoutées sur recommandations des services d'accompagnement des exploitations agricoles.

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Les résultats sont présentés et discutés selon les différentes étapes de la méthodologie : caractérisation des structures et du fonctionnement des EA, élaboration et description de la typologie, description et test de la grille simplifiée de détermination des types.

CARACTÉRISTIQUES DE STRUCTURE ET DE FONCTIONNEMENT DES EXPLOITATIONS AGRICOLES

Tous les chefs d'exploitation (CE) sont des hommes. Leur âge moyen est de 55 ans (de 22 ans à 100 ans). Les CE du type 4 sont les plus jeunes (52 ans en moyenne), ceux du T6 sont les plus âgés (63 ans en moyenne). Les EA des types T1, T2, T3,

T4 et T5 sont composées en moyenne de 2 à 3 ménages et celles du type TF de 6 ménages. Ces chiffres varient au sein d'un même type. Les EA compte en moyenne, 19 personnes dont plus de la moitié d'actifs (Tableau 1).

Tableau 1: Nombre de ménages et répartition de la population des types d'EA.

Types	Âge CE	Nombre		Part (%)			
		Ménage	Personne	Homme	Femme	Enfant	Actif total
T1	53	2	14	27	25	48	60
T2	55	2	16	25	27	48	73
T3	53	3	18	29	27	44	65
T4	52	2	16	28	26	46	66
T5	59	3	23	27	26	48	72
T6	63	6	42	25	26	49	73
Total général	55	3	19	27	26	47	67

À l'échelle des types, le nombre de personnes va de 14 (TC) à 42 (TF). Les enfants sont plus nombreux (près ½ de la population) que les hommes et les femmes (moins 1/3 de la population). Cette tendance est une norme dans tous les types. Les actifs représentent plus de la moitié du nombre total de personnes dans tous les types.

Les EA se différencient à partir des surfaces totales (ST) et cultivées (STC) (Tableau 1). Dans l'ensemble, toutes les EA disposent au moins un équipement, mais ce chiffre varie considérablement entre et à l'intérieur des types.

Tableau 1: Quelques variables de structures selon les types d'EA

Types	ST (ha)	% STC	% Jachère	Ans jachère	Nombre				UBT totale	Nbre BL
					Charrette	Semoirs	Multiculteurs TA	Charrue		
T1	5,2	87,3	11,3	0,8	0,8	0,3	0,3	1,0	4,6	1,3
T2	8,2	83,5	9,0	2,8	0,8	0,2	0,5	0,9	3,6	1,6
T3	8,5	88,7	7,5	0,6	1,1	0,8	0,8	1,2	7,3	2,3
T4	13,1	84,4	11,9	1,5	0,9	0,9	0,7	1,2	9,3	2,7
T5	17,9	88,0	9,8	1,5	1,1	1,4	1,1	2,0	20,8	5,3
T6	23,3	96,7	2,6	0,3	2,3	2,1	2,0	3,2	53,5	10,4

Légende : ST. Surface Totale ; STC. Surface Totale Cultivée ; ha. Hectare ; TA. Traction Animale ; UBT. Unité de Bétail Tropical ; Multi. Multiculteur ; BL. Bœuf de Labour.

Avec plus $\frac{3}{4}$ des surfaces cultivées dans les surfaces totales, la jachère est très peu pratiquée par les EA (environ 10% des surfaces) avec une durée de moins de 3 ans en moyenne. Les EA qui détiennent plus d'animaux (bœufs de labour et nombres d'UBT) cultivent également des grandes surfaces, et disposent d'un nombre im-

portant d'équipements agricoles. Les grandes EA qui disposent de peu de jachère, sont les plus équipées (matériels agricoles et troupeaux). Toutes les EA possèdent au moins une charrette, une charrue et un troupeau (inclut un bœuf de labour au moins), mais le semoir et le multiculteur font défaut surtout chez les petites EA.

Les parts des céréales et du coton dominent largement l'assolement (près des 2/3 des surfaces cultivées) des EA (Tableau 3).

Tableau 3: *Quelques données moyennes de fonctionnement des exploitations agricoles*

Villages	STC	Part (%)		STC/actif	UBT/STC
		Céréale	Coton		
T1	4,5	89	0	0,6	1,1
T2	6,2	15	7	0,6	0,5
T3	7,3	63	5	0,8	0,8
T4	8,6	53	26	0,96	0,9
T5	14	43	46	0,93	1,4
T6	22,6	53	34	0,93	2,8
Total	9	56	18	0,8	1,1

Légende : STC. Surface Totale Cultivée ; UBT. Unité de Bétail Tropical.

La culture du coton est très peu ou pas pratiquée par les EA des types T1, T2 et T3 alors que les types T4, T5 et T6 cultivent de 25% à 45% de leurs STC en coton. L'utilisation de la traction animale (paire de bovins) est généralisée, pour les travaux du sol, le transport, l'entretien des cultures (sarclage, buttage), et dans une moindre mesure les semis. Les exploitations agricoles capitalisent dans l'élevage.

Elaboration et description de la typologie des exploitations agricoles

L'application de la méthode d'élaboration de la typologie a fait ressortir six (6) types d'EA classés en trois (3) grandes catégories : Petites, Moyennes et Grandes EA (Tableau 4), représentées différemment au sein des six villages.

Tableau 4: *Typologie des EA avec les 11 variables discriminantes*

Variables T1		Petites			Moyennes		Grandes
		T2	T3	T4	T5	T6	
Nombre d'EA/Type		72	52	138	116	49	22
Structure	STC	3,5	5,1	6,4	8,4	14	21,3
	Nombre BL	0,9	1,3	1,8	2,8	4,8	11,6
	Total Bovins	1,27	1,63	4,25	6,9	14,5	57,1
	Actif total	7,72	9,38	9,24	10,53	16,41	27,33
	Total Matériels ¹	1,6	2,5	4	4,1	5,8	8,6

Variables T1		Petites			Moyennes		Grandes
		T2	T3	T4	T5	T6	
Fonctionnement	% Coton	0,00%	3,13%	8,02%	32,13%	48,56%	35,00%
	% Céréales	92,20%	15,33%	62,61%	49,08%	42,38%	55,41%
	STC/actif	0,49	0,6	0,79	0,86	1,07	0,93
	Bovin/STC	0,3	0,24	0,75	0,87	1,41	3,2

Légende : EA. Exploitation Agricole ; ha. Hectare ; UBT. Unité de Bétail Tropical ; STC. Surface Totale Cultivée ; CE. Chef d'Exploitation ; FCEA. Franc CFA ; BL. Bœuf de labour.

Plus de la moitié des EA sont des petites exploitations. Les moyennes, dominées largement par le T4 couvrent 37%. Les grandes EA sont les moins nombreuses avec seulement 5%. La variation est importante dans les parts des céréales et du coton qui permettent de bien distinguer les types, entre ceux qui sont plus cotonniers (types 5, 6 et 4), ceux davantage céréaliers (types 1 et 3) et ceux dont le système de culture est davantage diversifié (type 2). La taille des EA se mesure par le niveau d'équipements, la disponibilité de la main-d'œuvre familiale et le cheptel disponible.

Les petites exploitations agricoles

Trois types (T1, T2, T3) constituent les petites EA. Les superficies moyennes sont inférieures à 8 ha. Les céréales sont dominantes (61% des surfaces) dans l'assolement et font très peu ou pas de coton (4% des surfaces).

- T1 : Les EA du type 1 cultivent de petites superficies (5 ha et moins). Celles-ci valorisent moins la main-d'œuvre familiale, ne cultivent pas de coton, se consacrent principalement à la culture des céréales (89% de l'assolement). Moins équipées, elles ont peu d'animaux (avec un bœuf de labour) et peu d'actifs. Ce sont des *Petites EA céréalieres moins équipées avec peu d'actifs*.
- Type 2 : Ce type est composé des EA cultivant de petites superficies (un peu plus de 5 ha en moyenne) et faisant très peu de coton et de céréales. L'assolement coton – céréales couvre environ 1/5 des surfaces cultivées avec 10 à 15% de céréales et très peu d'EA font plus de 10% de leurs superficies en coton. Elles valorisent moins le cheptel (avec un bœuf de labour) et la main-d'œuvre familiale, et sont peu équipées. Ce sont des *Petites EA de polyculture caractérisées par une forte diversification des cultures, avec peu ou pas de coton, disposant de peu d'actifs et peu équipées*.
- Type 3 : Les superficies cultivées par les EA, plus de 6 ha en moyenne, sont légèrement supérieures à celles des types 1 et 2. Elles possèdent 4 têtes de bovins, dont une paire de bœufs de labour. Elles consacrent plus de la moitié de leurs superficies cultivées aux céréales, moins de 10% au coton et 1/3 aux

autres cultures. Le nombre d'actifs est peu élevé, et ces EA sont peu équipées (4 matériels agricoles en moyenne). Ce sont des *Petites EA céréalières diversifiées et faisant peu de coton, possédant peu de bovins avec un nombre d'actifs et de matériels peu élevés*.

Les exploitations agricoles moyennes

Elles sont constituées de 2 types (T4, T5) avec une surface totale cultivée allant de 8 à 10 ha ($\frac{1}{2}$ en céréales et $\frac{1}{3}$ en coton).

- T4 : Les EA cultivent des superficies un peu plus grandes (8 à 10 ha en moyenne) que celles des types précédents. Les céréales occupent plus de la moitié des surfaces et le coton près de $\frac{1}{3}$. Les EA possèdent 7 à 8 bovins, dont au moins 1 paire de bœufs de labour. Elles sont relativement bien équipées (plus de 4 matériels agricoles), et disposent au moins de 10 actifs avec un ratio d'ha/actif de 0,9 en moyenne. Ce sont les *Moyennes EA, céréales – coton – diversification, polyculture-élevage, équipées avec un nombre d'actifs important*.
- T5 : Les EA du type 5 cultivent des superficies importantes (10 à 20 ha) avec un nombre élevé d'actifs. Bien équipées, elles sont les plus grandes productrices du coton qui occupe près de $\frac{1}{2}$ des surfaces cultivées. L'assolement coton – céréales couvre environ 90% des surfaces cultivées. Les EA possèdent environ 15 bovins, dont plus de 2 paires de bœufs de labour, et dégagent un revenu élevé. Ce sont les *EA moyennes de polyculture-élevage avec un assolement céréale-coton dominant, disposant d'un cheptel bovin et d'un nombre d'actifs importants, elles sont également bien équipées*.

Les grandes exploitations

Les grandes EA sont les plus riches, et possèdent de grands troupeaux

- T6 : Les EA de ce type sont celles qui cultivent les plus grandes superficies (plus de 20 ha), possèdent le plus d'animaux d'élevage et de trait. Ces EA sont quasiment spécialisées coton-céréales dont plus de la moitié des surfaces en céréales et un peu plus d' $\frac{1}{3}$ en coton. Elles ont beaucoup d'actifs et sont très bien équipées. Ce sont les *Grande EA céréales-coton, polyculture élevage, bien équipées avec de nombreux actifs, et des revenus élevés*

ELABORATION DE LA GRILLE SIMPLIFIÉE DE DÉTERMINATION DU TYPE DES EA

À partir des résultats de la typologie, une grille simplifiée de détermination (Tableau 5) du type d'EA a été élaborée pour faciliter l'utilisation de la typologie par les structures d'accompagnement. Cette grille comprend neuf variables. Le total des matériels regroupe le nombre de semoirs, charrettes, charrue et multicultureurs dont disposent les EA :

Tableau 5: Grille d'indicateurs/variables de détermination des types d'exploitations agricoles.

Types	% Coton	Total BL	Total Matériels	Surface cultivée (ha)	Total Actif	Total Bovin	% Céréale	Surface (ha)/actif	Bovin/ha
T1	0	0 - 2	0 - 3	1 - 6	2 - 14	0 - 4	80- 100	0,25 - 0,75	0 - 1
T2	0 - 20	0 - 3	1 - 4	2 - 9	4 - 19	0 - 6	5 - 30	0,30 - 1,00	0 - 0,67
T3	0 - 25	0 - 4	1 - 10	3 - 11	3 - 20	0 - 15	40 - 80	0,33 - 1,92	0 - 2,86
T4	20 - 40	1 - 5	3 - 7	4 - 13	4 - 21	1 - 20	30 - 65	0,41 - 1,63	0,11 - 2,50
T5	40 - 60 et plus	3 - 8	3 - 10	8 - 21	10 - 22	4 - 31	40 - 60	0,62 - 1,89	0,25 - 3,71
T6	20 - 43	6 - 20 et plus	4 - 13 et plus	11 - 31 et plus	10 - 50 et plus	14 - 80 et plus	40 - 70	0,5 - 2,14 et plus	1,00 - 5,71 et plus

Légende : STC. Surface Totale Cultivée ;ha. Hectare ; %. Pourcentage ; BL. Bœuf de Labour ; EA. Exploitation Agricole

Pour affecter une EA à un type, on prend successivement les valeurs des variables de la grille, et pour chacune d'elles on affecte l'EA à un type.

Si une EA se retrouve entre 2 types ou plus selon les différentes variables, les données sont comparées aux valeurs moyennes des différentes variables/indicateurs pour chaque type (Tableau 4) et l'EA est affectée au type dont les valeurs sont proches des valeurs des variables/indicateurs de l'EA.

Deux stagiaires n'ayant aucune connaissance sur les EA et la typologie ont effectué des tests avec les données des 449 EA. Les taux de correspondance entre la classification par l'analyse multivariée, et la classification à l'aide de la grille par ces 2 stagiaires sont de 84% et 80%. Ce taux est satisfaisant à ce stade du travail. La prochaine étape est d'étudier la faisabilité de l'utilisation de la grille par les agents des structures d'accompagnement sur d'autres EA en utilisant les mêmes variables.

Tableau 6 : Résultats du test du premier stagiaire

Types		Taux de correspondance T1	Typologie						
			T2	T3	T4	T5	T6	Total	
Utilisation de la grille	T1	98	51	1		2			54
	T2	88	1	86	2	7			96
	T3	97		4	77	10	1		92
	T4	65		2		87	4		93
	T5	87		4		22	45	6	77
	T6	83		1		5	2	29	37
	Total	84	51	86	77	87	45	29	375/449

Tableau 7 : Résultats du test du second stagiaire

Types		Taux de correspondance T1	Typologie						
			T2	T3	T4	T5	T6	Total	
Utilisation de la grille	T1	92	48	1	1	9			59
	T2	87	2	85	3	10		1	101
	T3	94		2	74	8	1		85
	T4	62		3		82	1		86
	T5	85		3	1	20	44	8	76
	T6	74	2	4		4	6	26	42
	Total	80	48	85	74	82	44	26	359/449

CONCLUSION

Cette étude a produit des références techniques globales sur les exploitations agricoles de six villages répartis dans différentes zones agroécologiques de la zone cotonnière. À partir de données discriminantes de structure et de fonctionnement, six types d'EA ont été identifiés. Une grille de lecture simplifiée d'affectation des EA aux types identifiés a été élaborée et testée par les chercheurs. Les premiers résultats de ces tests sont satisfaisants. La prochaine étape vise à valider, partager et tester la typologie et la grille de lecture élaborée par la recherche avec les organismes d'accompagnement intervenant en zone cotonnière.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIE

- BÉLIÈRES J.F., 2014. *Rapport d'une mission d'appui à la composante Économie des exploitations agricoles familiales. Projet d'appui à l'amélioration de la gouvernance de la filière coton dans sa nouvelle configuration et à la Productivité des Systèmes d'Exploitation en zone cotonnière du Mali, PASE I, Volet recherche-développement.* Montpellier, CIRAD.
- BÉLIÈRES J-F., COULIBALY J., SIDIBÉ M., 2007. *Gestion des stocks et de la trésorerie dans les exploitations agricoles familiales du vieux bassin cotonnier : pratiques et contraintes.* Programme d'Amélioration des Systèmes d'Exploitation en zones cotonnières du Mali (PASE), financement de l'Agence Française de Développement (AFD). Rapport de recherche, IER, 67 p.
- BLEI D.M. (2008). *Hierarchical clustering.* Courses, Princeton University, 83p.
- CHESEL D., THIOULOUSE J., DUFOUR A.B., 2004. *Introduction à la classification hiérarchique.* Bio-statistique, Fiche de stage 7, Université de Lyon1, France. <http://pbil.univ-lyon1.fr/R/stage/stage7.pdf>.
- COULIBALY D., 2008. *Changements socio-techniques dans les systèmes de production laitière et commercialisation du lait en zone péri-urbaine de Sikasso, Mali.* Doctorat Zootechnie des systèmes d'élevages, CIRAD, AgroParistech 2008AGPT0050 p.399. <http://pastel.paristech.org/5012/>
- DJOUARA H., BELIÈRES J.F., KÉBÉ D., 2006. *Les exploitations agricoles familiales de la zone cotonnière du Mali face à la baisse des prix du coton-graine.* *Cab. Agri.* 15(1) : 64-71
- DOUILLET M., TOULON A., 2014. *Develop a typology of agricultural holdings for improved policy design: a preliminary case study of Malawi.* Paris, Farm, Working paper n°6
- DUFUMIER M., 2005. *Étude des systèmes agraires et typologie des systèmes de production agricole de la région cotonnière du Mali.* Programme d'Amélioration des Systèmes d'exploitation en zone cotonnière (PASE). Paris, INAPG
- HAVARD M. ET ABAKAR O. (2002). *Caractéristiques et performances des EA et terroirs de référence du PRASAC au Cameroun.* Garoua (Cameroun) : IRAD. <http://agritrop.cirad.fr/510646/> 31p
- KEITA A., 2015. *Analyse des déterminants des stratégies d'adaptation des exploitations agricoles en zone cotonnière au Mali. Cas d'étude : Bégnéné.* Master 2 Gestion Agricole et Territoires. CIHEAM (Centre International de Hautes études Agronomiques Méditerranéennes), Université Paul-Valéry Montpellier, France
- MARTIN A. 2004. *L'analyse de données.* Polycopié de cours, ENSIETA, Brest, France - Réf. 1463, 110p
- Mbétid-Bessane E., Havard M., Djamen Nana P., Djonnéwa A., Djondang K., Leroy J., 2003. *Typologies des exploitations agricoles dans les savanes d'Afrique centrale. Un regard sur les méthodes utilisées et leur utilité pour la recherche et le développement.* In Jamin J.Y., Seiny Boukar L., Floret C (éditeurs scientifiques). *Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis.* Actes du colloque, 27-30 mai 2002, Garoua, Cameroun. N'Djamena, Tchad, Prasac, CD-ROM.
- OUOLOGUÉM B., POCCARD R., COULIBALY D., CORNLAUX C. ET AL. (2008). *Production, commercialisation et consommation de produits laitiers en zones péri-urbaines du Mali. Rapport final du projet « Recherche de mode de gestion du troupeau pour une exploitation économique et durable des bovins laitiers dans les zones péri-urbaines du Mali ».* Programme Bovins, IER. 75p.
- Poccard-Chapuis R., Coulibaly D., Bengali M., Coulibaly J. et al., 2007. *Activité3 : Analyse affinée des pratiques et des stratégies paysannes.* Programme d'Amélioration des Systèmes d'Exploitation en zones cotonnières du Mali (PASE), financement de l'Agence Française de Développement (AFD). Rapport de recherche, IER, 199 p
- SOUMARÉ M. 2008. *Dynamique et durabilité des systèmes agraires à base de coton au Mali.* Thèse de l'Univer-

sité Paris X Nanterre. 373 p

Tittonell P., Muriuki A., Shepherd K.D., Mugendi D., Kaizzi K.C., Okeyo J., Verbot L., Coe R., Vanlauwe B., 2010. *The diversity of rural livelihoods and their influence on soil fertility in agricultural systems of East Africa- A typology of smallholder farms. Agricultural System*, 103 : 83-97

TYPOLOGIE DES SYSTÈMES D'ÉLEVAGE DANS LA ZONE COTONNIÈRE DU MALI

COULIBALY Doubangolo, Institut d'Economie Rurale (IER)

BA Alassane, Institut d'Economie Rurale (IER)

HAVARD Michel, CIRAD, UMR Innovation, Montpellier, France

VALL Eric, CIRAD, UMR Selmet, Montpellier, France

Auteur correspondant : COULIBALY Doubangolo, doubangolo@yahoo.fr

RÉSUMÉ

Les sècheresses de la décennie 1970-1980 ont contribué à l'extension de l'élevage dans le sud du Mali traditionnellement dévolu à l'agriculture. Les systèmes de polyculture-élevage se sont généralisés en zone cotonnière. Les structures, projets et programmes de développement ont fortement œuvré pour l'association de l'agriculture et de l'élevage. Cette étude vise à construire une typologie des systèmes d'élevage en vue de son utilisation dans le conseil à l'élevage dans la zone cotonnière du Mali. Une enquête exhaustive a été réalisée en 2014 sur 455 exploitations agricoles (EA) dans six villages répartis dans la zone cotonnière. Les données de structure, de fonctionnement et de performance des EA ont été collectées. La typologie des EA a été construite à partir de neuf variables concernant l'élevage par une analyse en Composantes Principales (ACP), suivie d'une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) réalisée sur les 418 EA pratiquant l'élevage. L'analyse a montré la prédominance de systèmes d'élevage extensifs et l'émergence timide de systèmes d'élevage plus intensifs. Cinq types ont été distingués. Les *agro-éleveurs moyens à pratiques extensives (C1)*, représentent 29% des EA. Les *petits élevages centrés sur les bœufs de trait à pratiques extensives (C2)*, sont majoritaires (41% des EA) et présents dans tous les villages. Dans la partie sud de la zone cotonnière se rencontrent les *grands agro-éleveurs à pratiques extensives (C3)*, soit 17% des EA, les *petits élevages centrés sur les bovins de trait avec des pratiques intensives (C4)*, minoritaires, soit 6% des EA et les *petits élevages centrés sur les petits ruminants (C5)*, soit 6% des EA. Les références produites sur les systèmes d'élevage par type d'EA sont utiles pour un conseil à l'élevage répondant mieux aux besoins diversifiés des producteurs. Cette typologie sera ensuite discutée avec les acteurs des dispositifs de conseil à l'élevage, en vue de son opérationnalisation.

Mots clés (5) : Diversité, élevage, exploitation, coton, Mali

ABSTRACT

Livestock rearing (cattle) in Southern Mali has been developed due to the droughts in 1970 to 1980 decades which is traditionally known as agriculture zone. Poly-culture and livestock farming systems have been expanded in the cotton area of Mali. Extension services, some programs and development projects have highly contributed to the association of crops and livestock farming. The purpose of this study was to establish a typology of livestock systems for use in the council to farming in the cotton area of Mali. A comprehensive survey was conducted in 2014 on 455 farms (EA) in six villages in the cotton area. Data were collected using a structured questionnaire which included: structure, operation and performance of farming families. Based on nine explanatory structure variables, Principal Component Analysis (PCA) and Ascending Hierarchical Classification (AHC) were used on 418 livestock (cattle) farmers. The results have shown a dominance of extensive livestock farming and new slight intensive livestock system. Five types have been identified. Medium agropastoralists practicing extensive livestock system (C1) representing 29% of the smallholder farmers, small size of extensive livestock (C2) only oxen and presents over all villages constituted 41 % of farming families. In the southern part of the cotton growing area where large agropastoralists practicing extensive livestock (C3) represents 17 % of farming families, small size of intensive livestock based on oxen (C4) constituted 6% of farming families and herd size of small ruminant with 6 % of farming families. Extension services using types of farming families identified based on references produced on livestock system are useful to take into account the diversity of farming families need. This typology will be discussed with stakeholders in relation to livestock extension services.

Key words: Diversity, Livestock system, Farming family, cotton, Southern -Mali

INTRODUCTION

La géographie de l'élevage bovin au Mali a été profondément modifiée depuis les sécheresses successives des années 70/80. Ces épisodes climatiques ont fortement affecté les systèmes d'élevage pastoraux sahéliens (Pradère, 2007). L'activité d'élevage s'est ainsi étendue à la zone sud du pays, plus humide. Elle dispose de plus grandes quantités de résidus de cultures et de sous-produits agricoles, et d'un accès facile aux services vétérinaires (Bosma *et al.*, 1996).

Dans cette zone, où les systèmes de production à base de coton dominant, l'association entre l'agriculture et l'élevage s'est généralisée dans les exploitations agricoles. Elle a commencé dans un premier temps par l'adoption de la traction animale, puis par la capitalisation des revenus agricoles dans l'élevage (Lhoste P., 1986 ; Bosma *et al.*, 1996 ; Coulibaly, 2008). La traction animale a favorisé le développement de la culture attelée et l'extension des superficies cultivées, multipliées par 4 depuis 1960 (Pradère, 2007). La production et l'utilisation de la fumure organique ont contribué à l'augmentation des rendements.

Depuis les années 2000, les systèmes de production de la zone cotonnière sont caractérisés par un processus d'intensification et de diversification en vue de leur adaptation aux changements (Bélières *et al.*, 2008 ; Pocard-Chapuis *et al.*, 2007 ; Djouara *et al.*, 2006 ; Dufumier, 2005). Les trajectoires d'évolution des systèmes d'élevage en proie aux changements globaux rapides (climatiques, pression foncière, socio-économiques, etc.) ont aussi été bien étudiées dans les zones cotonnières de l'Afrique de l'Ouest et du Centre (Dongmo *et al.*, 2013 ; Coulibaly, 2008 ; Coulibaly *et al.*, 2007 ; Morin *et al.*, 2007).

Ces transformations de l'élevage ont engendré l'adoption de nouvelles pratiques de conduites et d'exploitation des troupeaux bovins sédentaires des agriculteurs (Lhoste ., 2004 ; Coulibaly *et al.*, 2009 ; Ba, 2011). Les relations de confiage des animaux, accès aux résidus de culture et session de fumier, existant entre les agriculteurs et les pasteurs peulhs ont aussi connu des évolutions.

Dans ce contexte de dynamique des systèmes de production, la présente étude vise à partir des connaissances produites sur la diversité de l'élevage à construire une typologie des systèmes d'élevage en vue de son utilisation dans le conseil à l'élevage en zone cotonnière du Mali.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

SITES D'ÉTUDE

Le dispositif de recherche comporte six villages choisis par le volet recherche-développement (R/D) du PASE II (Fig. 1), sur la base du zonage agro-écologique de

la zone cotonnière (Soumaré, 2006). Les villages sont répartis suivant le gradient climatique Nord-Sud (Beguene, Ziguéna, Nafégué), isohyètes de 600-1000 mm et le gradient climatique Sud-Ouest, (Kokélé, Kafara, Katabantankoto), isohyètes de 800-1200 mm.

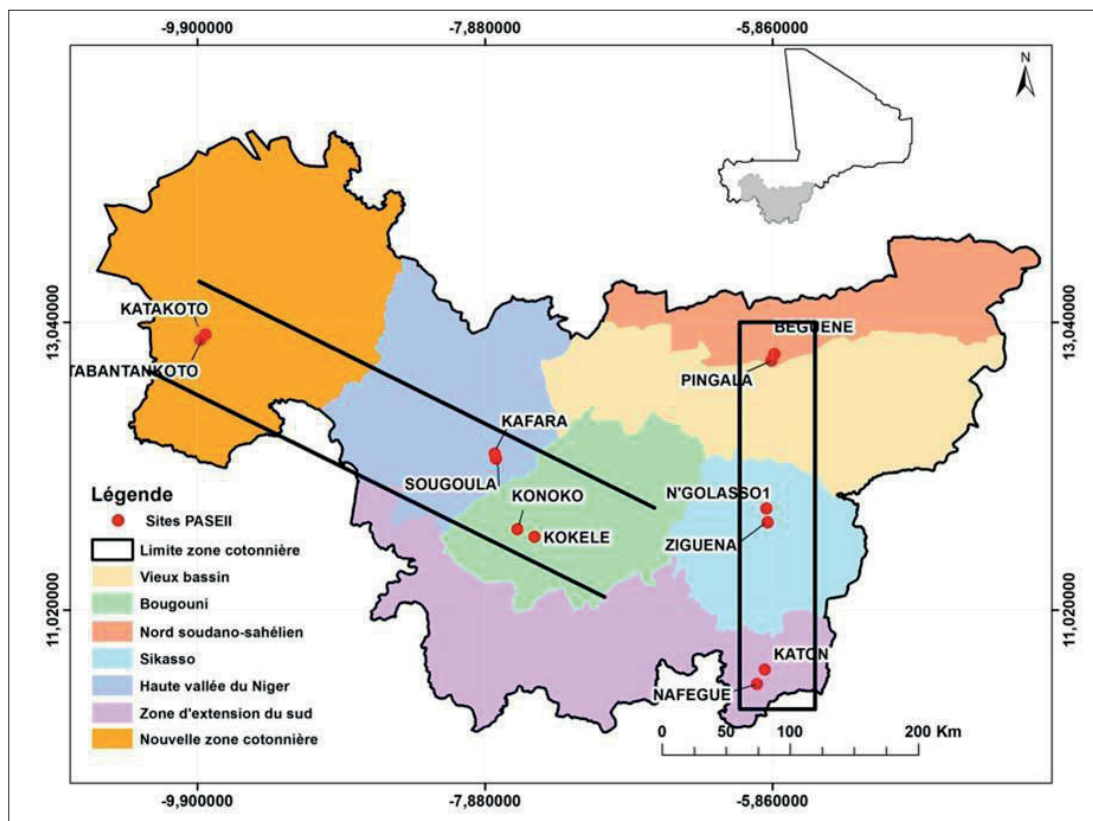


Figure 1 : Localisation des villages du volet de R/D du PASE II (Source Soumaré, 2014)

DÉMARCHE DE CARACTÉRISATION DES EXPLOITATIONS AGRICOLES

La caractérisation des exploitations agricoles (EA) s'est appuyée sur une enquête exhaustive de 455 EA sur la campagne agricole 2013-2014 dans les villages étudiés. Un questionnaire fermé a été utilisé pour collecter les informations suivantes auprès du chef d'EA ou son représentant.

- structure : statut du chef d'EA, population et main d'œuvre familiale, foncier, systèmes de culture (cultures, superficies, production, etc.), systèmes d'élevage (types d'élevage, espèces animales, effectifs, produits, etc.), équipements, infrastructures, etc.
- fonctionnement : assolements, itinéraires techniques, conduite de l'élevage, autres activités, financement, appartenance aux organisations de producteurs, etc.
- performances : rendement, quantités de produits, charges de production, revenus, etc.

Les données ont été saisies dans une base de données, construite sous le logiciel Microsoft Access.

DÉMARCHE DE CONSTRUCTION DE LA TYPOLOGIE DES SYSTÈMES D'ÉLEVAGE

La construction d'une typologie permet de regrouper en classes des EA ayant des structures, un fonctionnement et des performances proches (Coulibaly, 2008 ; Jamin *et al.*, 2007). Un jeu de neuf variables a été choisi pour décrire la diversité des systèmes d'élevage (Tab. 1).

Ainsi, six variables selon leur place dans les systèmes de production ont été retenues ou calculées à partir des données de structure et de fonctionnement des élevages. Elles sont : taille du cheptel, part des reproductrices et part des bovins de trait dans le cheptel bovin, part des petits ruminants dans le cheptel de ruminants, surface cultivée, nombre de lieux de production de fumure organique. Ensuite trois variables indicatrices d'une propension à l'intensification ont été retenues : charges monétaires par Unité de Bétail Tropical (UBT), stocks de fourrages par UBT, actifs par hectare (ha).

L'analyse a été limitée aux 418 EA pratiquant l'élevage sur les 455 EA enquêtées. Une ACP suivie d'une CAH a été réalisée avec le logiciel XL Stat.

Tableau 1. *Variables utilisées dans l'ACP*

Variables	Code variables	Unité	Moyenne	Ecart-type
Taille du cheptel	UBT_total	Nbre	11,60	16,78
Proportion de reproductrices	%_Reproductrices	%	26,98	26,89
Proportion de Bovins de labour	%_BovinsLabour	%	47,02	37,03
Proportions de Petits ruminants	%_PTR	%	0,18	0,21
Surface cultivée	Surf_cult_tot	ha	9,46	7,25
Charges monétaire par UBT	Charges_UBT	FCFA/UBT	4964,44	5379,77
Actif par ha	Actif_ha	Act/ha	1,65	1,08
Stock de fourrage par UBT	kgfourr_UBT	kg/UBT	378,99	627,67
Points de production de FO	Points_ProdFO	Nb	2,71	1,78

Légende : UBT : Unité Bétail Tropical (Animal de 250 kg de poids vif) ; ProdFO : Production de Fumure Organique ; ha : hectare ; Nbre : nombre ; PTR : Petit ruminant ; Act : Actif.

RÉSULTATS

PROJECTION DES VARIABLES SUR LE PLAN FACTORIEL DE L'ACP

La projection des variables sur le cercle des corrélations montre que plus les variables sont proches les unes des autres, plus elles sont corrélées. Plus elles sont proches du cercle des corrélations, plus elles participent à la formation des axes du plan factoriel. Inversement, plus elles sont proches du centre, moins elles participent à la formation des axes du plan factoriel, et apportent peu d'informations à l'explication des axes.

L'analyse de la projection et du cercle des corrélations des variables montre que le premier plan factoriel concentre 48,23% de la variabilité (Fig. 2). Ce seuil a été jugé suffisant pour limiter l'analyse de la contribution des variables à la formation de cet axe du plan factoriel. Le cercle des corrélations des variables montre que l'axe 1 (horizontal) discrimine les EA en fonction de leur dimension. Ainsi, vers la droite de l'axe se trouve le groupe de variables de structure (grands troupeaux, forte proportion de femelles, grandes surfaces cultivées, importance des points de production de fumure organique).

L'axe 2 (vertical) discrimine les EA en fonction de leur niveau d'intensification. Le groupe des variables de fonctionnement et de performance se trouve vers le haut. Elles caractérisent les EA qui consacrent plus de moyens financiers par tête de bétail. Elles ont aussi tendance à stocker plus de fourrage par tête de bétail. Les bovins de trait représentent une part importante du cheptel. Vers le bas, se trouvent les EA plus modestes avec un ratio actif/ha élevé (contrainte d'accès à la terre) et un cheptel dominé par les petits ruminants (ovins et caprins).

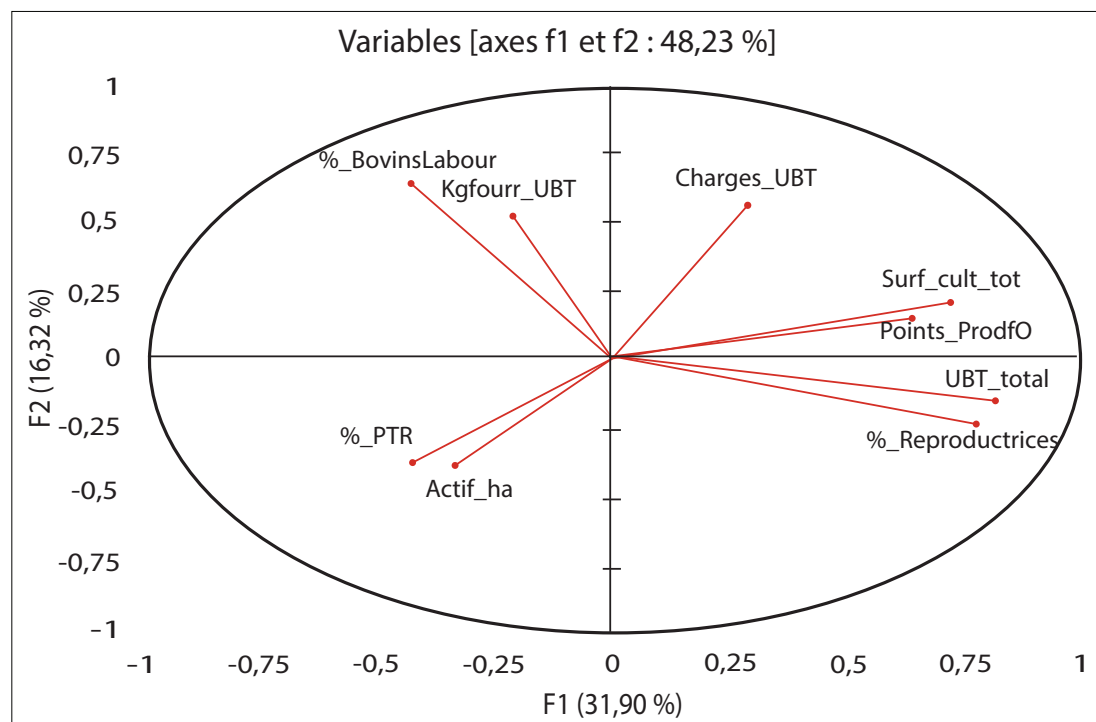


Figure 2. Cercle de corrélation des variables

Diversité des types de systèmes d'élevage dans la zone cotonnière du Mali

La CAH suivie de la projection des individus (EA) dans le plan factoriel a permis de distinguer cinq classes de systèmes d'élevage (Fig. 3).

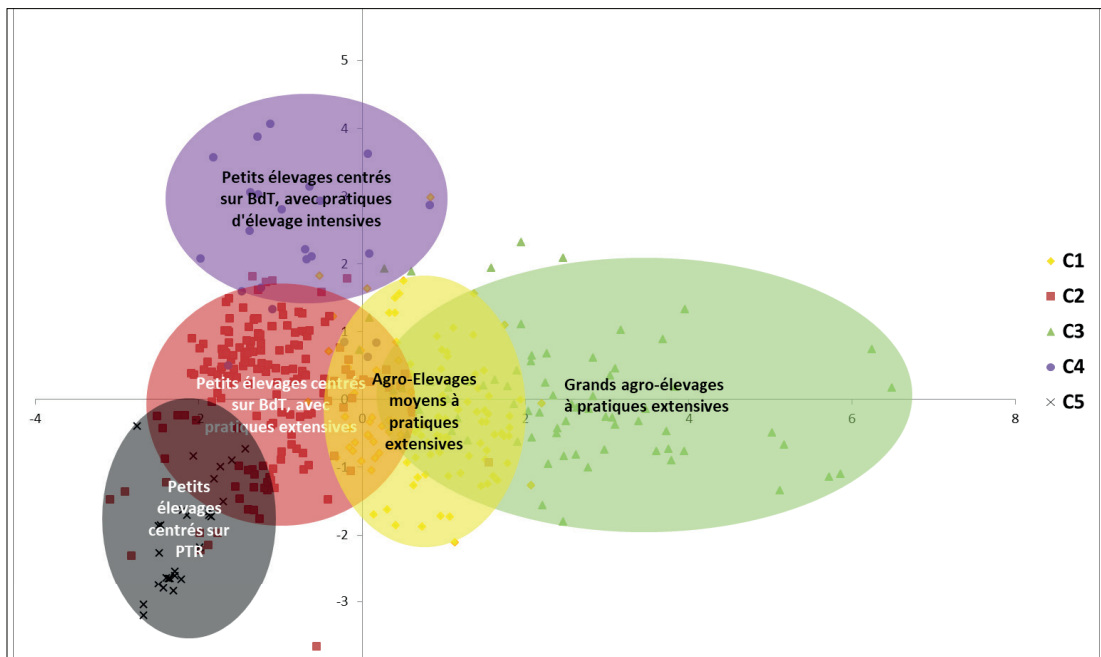


Figure 3.: *Classes de systèmes d'élevage sur le 1^{er} plan factoriel*

Les caractéristiques de ces cinq types de systèmes d'élevage présentées dans la Fig. 3 sont synthétisées dans le Tab. 2.

Agro-élevages moyens avec des pratiques extensives (C1)

La classe (C1), hétérogène (les individus sont dispersés), est composée des petits élevages centrés sur les Bœufs de Trait (BdT) avec des pratiques extensives. Elle regroupe 29% des EA enquêtées qui cultivent la même surface (9 ha) que le type (C4). Par contre, les EA possèdent un cheptel (13 UBT), 3 fois plus important que celui du type (C4), et un noyau de reproductrices significatif (50% de l'effectif de bovins). L'effort de stockage de fourrages (209 kg/UBT) est faible pour couvrir les besoins et encore moins envisager une production animale. Les dépenses consenties à l'élevage sont moyennes (6 868 FCFA/UBT).

Petits élevages centrés sur les bovins de trait avec des pratiques extensives (C2)

La classe (C2), homogène (les individus sont regroupés), est constituée des agro-élevages moyens avec des pratiques extensives. Elle représente 41% des EA enquêtées. L'élevage est dominé par les BdT (72% de l'effectif) avec un petit noyau de reproductrices (8% de l'effectif). Les apports de fourrage d'appoint (301 kg/UBT), montrent que les agro-éleveurs fournissent plus d'effort pour l'alimentation des BdT que ceux de la classe (C1).

Par contre, ils investissent moins dans les dépenses pour l'élevage (2872 FCFA/UBT) par rapport à toutes les classes d'élevage de Bovins (C1, C3, C4). La surface cultivée (6 ha) est modeste. Elle indique que les EA disposent de peu de terres in-

dispensables à l'introduction de cultures fourragères de légumineuses pour la production de fourrage de bonne valeur nutritive pour l'alimentation du cheptel des exploitations agricoles.

Grands agro-élevages avec des pratiques extensives (C3)

La classe (C3) regroupe les grands agro-élevages avec des pratiques d'élevage extensives. Hétérogène et plus étendue, elle est fortement corrélée et située à droite sur l'axe 1 du plan factoriel. Elle regroupe 17% des EA enquêtées qui disposent d'un cheptel important (35 UBT) et de grandes surfaces cultivées (20,2 ha). Les stocks 177 kg/UBT de fourrages sont les plus faibles.

Petits élevages centrés sur les bovins de trait avec des pratiques intensives (C4)

La classe (C4) est composée des petits élevages centrés sur les bovins de trait avec des pratiques intensives. Homogène et corrélée à l'axe 2 du plan factoriel, cette classe est située en haut et décalée à gauche de l'axe 2 du plan factoriel. Elle est minoritaire et constituée de 6% des EA enquêtées. Les BdT totalisent 72% de l'effectif des bovins des EA. Le noyau de reproductrices en cours de constitution, représente 11% de l'effectif des bovins. Les efforts d'intensification de l'élevage sont importants. Le disponible fourrager (2267 kg/UBT) et les charges monétaires (10 756 FCFA/UBT) sont les plus élevées.

Petits élevages centrés sur les petits ruminants (C5)

La classe (C5) regroupe les petits élevages centrés sur les petits ruminants (83% du cheptel des EA). Homogène et peu étendue, elle est corrélée à l'axe 2 du plan factoriel. Elle est située en bas à gauche à l'opposé de la classe (C4) située en haut de l'axe 2 du plan factoriel. Elle regroupe 6% des EA enquêtées, les plus modestes, caractérisées par de petites surfaces cultivées (3,2 ha) et de petits effectifs de cheptel (0,7 UBT). Le ratio de 2 actifs/ha est élevé, ce qui montre un accès limité au foncier des EA.

Tableau 2. *Caractéristiques des types de systèmes d'élevage dans la zone cotonnière du Mali*

Type de systèmes d'élevage	UBT_total	%_Rep	%_BdT	%_PTR	kg fourr_UBT	Charges_UBT*	Points_Prod FO	Act_ha	Surf_cult_tot
Agro-élevages moyens avec des pratiques extensives (C1)	12,9	50	27	11	209	6868	2,7	1,4	9,2
Petits élevages centrés sur BdT avec des pratiques extensives (C2)	3,8	8	72	15	301	2872	2,1	2,0	6,3

Type de systèmes d'élevage	UBT_total	%_Rep	%_BdT	%_PTR	kg fourr_UBT	Charges_UBT*	Points_Prod FO	Act_ha	Surf_cult_tot
Grands agro-élevages avec des pratiques extensives (C3)	35,1	49	30	11	177	6320	5,0	1,2	20,2
Petits élevages centrés sur les BdT avec des pratiques intensives (C4)	4,4	11	72	19	2267	10756	2,7	1,2	9,0
Petits élevages centrés sur les PTR (C5)	0,7	0	0	83	506	990	1,1	2,0	3,2

Légendes. BdT : Bovins de Trait ; UBT_total : Unité Bétail Tropical total ; %_Rep : % Reproductrices ; %_BdT : % Bovins de trait ; %_PTR : Petits ruminants ; Surf_cult_tot : Surface cultivée totale ; Charges_UBT : en FCFA ; Actif_ha : Actif/ha ; kgfourr_UBT : kg de fourrage/UBT ; Points_ProdFO : Points de production de fumure organique

IMPORTANCE SOCIO-ÉCONOMIQUE DES TYPES D'ÉLEVAGE DANS LES VILLAGES D'ÉTUDE

Dans les villages plus au Sud de la zone cotonnière, la C3 à Ziguéna et C1 à Nafégué avec des pratiques extensives sont les plus répandues (Tab. 3). Les agro-éleveurs disposent de fonciers importants, exploitent de grandes superficies de coton, et ont massivement investi les revenus dans l'achat de bovins.

Les « petits élevages centrés sur les bœufs de trait avec des pratiques extensives (C2) » sont les plus nombreux (41%), et représentés de façon homogène dans tous les villages étudiés. Cette classe prédomine à Kafara et à Kokélé où les EA sont en phase de constitution des troupeaux bovins. L'importance de ce type d'élevage à Benguéné s'explique davantage par des crises socio-économiques d'éclatement des familles et par conséquent la répartition du troupeau bovin commun des EA.

Les « petits élevages centrés sur les BdT avec des pratiques intensives (C4) » sont en moyenne peu nombreux, sauf à **Benguéné**, où la saturation du terroir est à sa limite. Depuis, plus de trois décennies, ces agro-éleveurs constituent d'importants volumes de résidus de culture et produisent des fourrages de légumineuses. Les réserves fourragères disponibles sont utilisées dans la supplémentation des troupeaux en particulier les BdT des EA.

Les « petits élevages centrés sur les petits ruminants (C5) » représentent 6% des EA enquêtées. Les petits ruminants appartiennent en général aux membres de la famille, et constituent une source de revenus des femmes et des jeunes. Malgré, l'apport de cet élevage dans les revenus des ménages, il fait l'objet de moins d'attention de la part des chefs d'EA.

Tableau 3 : Répartition des systèmes d'élevage dans les villages du PASE II

Village	Agro-élevages moyens avec des pratiques extensives (C1)	Petits élevages centrés sur les BdT avec des pratiques extensives (C2)	Grands agro-élevages avec des pratiques extensives (C3)	Petits élevages centrés sur les BdT avec des pratiques intensives (C4)	Petits élevages centrés sur PTR (C5)
Nafégué	38%	32%	22%	4%	4%
Ziguéna	29%	27%	38%	3%	3%
Benguéné	20%	33%	28%	19%	0%
Kafara	17%	51%	21%	8%	4%
Kokélé	20%	64%	1%	0%	14%
Katabantankoto	55%	29%	3%	5%	8%
Total	29%	41%	17%	6%	6%

Légende : PTR : Petits ruminants ; BdT : Bœufs de trait

DISCUSSION

DIVERSITÉ DES SYSTÈMES D'ÉLEVAGE

La diversité des systèmes d'élevage caractérisés dans cette étude fait apparaître des similitudes, mais également des spécificités avec les autres zones cotonnières africaines. Une analyse des systèmes d'élevage bovins sédentaires du Nord de la Côte d'Ivoire avait caractérisé une diversité des systèmes d'élevage (Landais, 1983). Les résultats ont mis en exergue la quasi disparition des élevages caractérisés par un cheptel bovins important (>40 têtes) avec une petite surface cultivée (<5 ha) dans les zones cotonnières du Mali, mais qui existent encore au Burkina Faso et au Nord-Cameroun (Dongmo *et al.*, 2013).

En effet, face à l'extension du front agricole, les pasteurs, propriétaires de ces grands troupeaux bovins installés au sud et devenus des agro-pasteurs, déplacent, voire délocalisent une partie du troupeau bovin plus au sud (Coulibaly, 2008, Bosma *et al.*, 1996). Le développement de ces stratégies d'adaptation des systèmes d'élevage aux changements du milieu pourrait expliquer la disparition des grands élevages dans la zone cotonnière du Mali.

Quatre (C1, C2, C3, C5) classes de systèmes d'élevage caractérisées restent des systèmes extensifs. Les faibles volumes de stocks de fourrage d'appoint en saison sèche de 177 à 506 kg par UBT sur l'EA montrent que l'alimentation du bétail est fondée sur les pâturages naturels. Ces résultats corroborent ceux des travaux de recherche des dix dernières années montrant une faible valorisation des résidus de culture dans l'alimentation du bétail (Kébé *et al.*, 1999 ; Coulibaly *et al.*, 2007 ; Pocard *et al.*, 2007 ; Coulibaly, 2008).

Cette étude confirme partiellement les tendances mises en évidence dans d'autres études au Mali Sud sur des systèmes d'élevage en voie d'intensification (Bosma *et al.*, 1996). Les EA modestes misant sur un élevage relativement intensif (classe C4), sont peu nombreuses. Le taux des reproductrices (11% des bovins) est inférieur au taux moyen de reproductrices (56% des bovins) en zone cotonnière (Ba, 2014). Il indique que ces EA sont en phase de constitution de troupeaux de bovins.

Par contre, les agro-éleveurs (classe C1 et C3) font peu d'efforts d'intensification de leur élevage bovin de type naisseur (50% de reproductrices) et d'intégration de l'agriculture et de l'élevage. Les troupeaux bovins sédentaires partent en transhumance. Le type (C5) avec un élevage centré sur les petits ruminants demeure de type traditionnel et extensif avec moins d'attention à la conduite.

UTILISATION DE LA TYPOLOGIE DES SYSTÈMES D'ÉLEVAGE

Les méthodes typologiques font l'objet de différentes utilisations (Merlot *et al.*, 2004 ; Keita, 2015). Elles sont mobilisées pour analyser et comprendre l'agriculture d'une région et ses problèmes (diagnostic), identifier des solutions techniques et cibler les exploitations concernées (pour un appui en conseil agricole), planifier des opérations de développement, ou faire de la prospective. En Afrique, après une phase de recherche plutôt centrée sur les systèmes agraires, cet outil a été rapidement utilisé pour appréhender la diversité au sein des communautés rurales (Jouve, 1986). Cet outil est aussi utile pour raisonner les orientations, les thèmes et les cibles du conseil agricole (Jamin *et al.*, 2007). En outre, les typologies permettent de diversifier les actions de formation et d'introduction d'innovations en fonction des types d'exploitation définis, et aussi de mettre en évidence les exploitations réellement concernées par les thèmes et les innovations vulgarisées (Jamin *et al.*, 2007).

En s'appuyant sur les résultats de cette étude, nous proposons quelques thèmes de conseil à l'élevage selon les classes de systèmes d'élevage caractérisées (Tab. 4). Ces thèmes seront ensuite discutés avec les dispositifs d'accompagnement des producteurs, les organisations de producteurs, et les agro-éleveurs.

Tableau 4 : *Quelques thèmes de conseils proposés selon les types de systèmes d'élevage*

	Production, conservation et stockage de fourrages	Conduite de l'alimentation en saison sèche	Valorisation des produits de l'élevage
	Objectif : Intensifier les pratiques de conduite d'un petit noyau du cheptel bovin (BdT et vaches laitières)		
C1	<ul style="list-style-type: none"> - Développement des légumineuses fourragères dans l'assolement - Introduction du traitement mécanique des fourrages et des résidus de culture 	<ul style="list-style-type: none"> - Achat d'aliments concentrés et compléments minéraux - Introduction de techniques de rationnement des vaches laitières 	<ul style="list-style-type: none"> - Constitution de noyau de vaches laitières - Modes de conduite des vaches laitières et des BdT Commercialisation du lait

	Production, conservation et stockage de fourrages	Conduite de l'alimentation en saison sèche	Valorisation des produits de l'élevage
C2	Objectif : Améliorer les pratiques de conduite des BdT en saison sèche		
	<ul style="list-style-type: none"> - Introduction de légumineuses fourragères dans l'assolement - Introduction du traitement mécanique et de l'enrichissement des fourrages et des résidus de culture 	<ul style="list-style-type: none"> - Achat d'aliments concentrés et complément minéraux - Développement de techniques de conditionnement des BdT 	<ul style="list-style-type: none"> - Stabulation nocturne des BdT et production de fumier - Embouche des BdT en réforme - Plan de prophylaxie sanitaire
C3	Objectif : Intensifier les pratiques de conduite des BdT et d'une partie du cheptel bovin		
	<ul style="list-style-type: none"> - Introduction de légumineuses fourragères dans l'assolement - Introduction de techniques de traitement mécanique, d'enrichissement et de conservation des fourrages et des résidus de cultures 	<ul style="list-style-type: none"> - Introduction de techniques de rationnement des vaches laitières - Achat d'aliments concentrés et compléments minéraux - Développement de techniques de conditionnement des BdT et des vaches laitières - Renforcement de la capacité de la main d'œuvre allouée à l'élevage 	<ul style="list-style-type: none"> - Constitution de noyau de vaches laitières - Développement de l'embouche bovine - Plan de prophylaxie sanitaire - Commercialisation du lait
C4	Objectif : Améliorer les pratiques d'intensification de l'élevage bovin		
	<ul style="list-style-type: none"> - Développement de légumineuses fourragères dans l'assolement - Développement des techniques de traitement mécanique et d'enrichissement des fourrages et des résidus de cultures 	<ul style="list-style-type: none"> - Amélioration des techniques de conditionnement des BdT - Achat d'aliments concentrés et compléments minéraux 	<ul style="list-style-type: none"> - Constitution de noyau de vaches laitières - Embouche des BdT en réforme - Amélioration des techniques de gestion de l'élevage
C5	Objectif : Intensifier les pratiques d'élevage des petits ruminants (ovins, caprins)		
	<ul style="list-style-type: none"> - Constitution de stocks de fourrage de légumineuses - Conservation du son de céréales 	<ul style="list-style-type: none"> - Achat d'aliments concentrés et compléments minéraux vitaminés - Développement de techniques d'alimentation des petits ruminants 	<ul style="list-style-type: none"> - Amélioration des techniques de gestion et d'exploitation des petits ruminants - Conduite des femelles en lactation (chèvres, brebis) - Développement de l'embouche des petits ruminants (mâles, femelles en fin de carrière)

CONCLUSION

Sur la base des critères retenus, la typologie construite a distingué cinq types de systèmes d'élevage dans la zone cotonnière du Mali. Elle a mis en évidence l'émergence encore timide de systèmes d'élevage intensifs utilisant des ressources alimentaires produites sur l'exploitation.

Les connaissances produites par cette typologie des systèmes d'élevage permettent de comparer entre elles les EA sur leurs caractéristiques, leurs pratiques, leurs performances et leurs stratégies en matière d'élevage. Elles offrent aussi la possibilité de mesurer les effets de l'environnement socio-économique sur les caractéristiques et les performances des EA, en tenant compte de leur diversité.

Ces connaissances montrent qu'il n'y a pas une EA type ou moyenne dans la zone cotonnière du Mali, mais une diversité d'EA ayant des histoires spécifiques, des caractéristiques variées, des possibilités différentes d'accès au foncier et aux ressources naturelles de l'environnement de production.

Les références produites sur les systèmes d'élevage par type d'EA montrent leur utilité pour un conseil à l'élevage répondant mieux aux besoins et attentes diversifiées des producteurs. Ces références peuvent être des objectifs à atteindre pour des EA dans leur évolution, voir des bases de comparaison avec d'autres EA leur permettant d'apprécier leurs marges de manœuvre. Il ne s'agit pas d'aboutir à des thématiques de conseil obligatoires et automatiques par type d'EA, mais de faire des propositions et de les discuter avec les bénéficiaires. Ces références peuvent aussi être utilisées dans les simulations d'évolution des systèmes d'élevage des EA. Enfin, il faut garder à l'esprit que les typologies dépendent fortement de la situation actuelle où l'agriculture évolue rapidement.

Une prochaine étape sera la présentation et la discussion de cette typologie des systèmes d'élevage avec les acteurs des dispositifs de conseil à l'élevage, ce qui permettra de la confronter aux connaissances des agents de ces dispositifs.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BA A., 2011. *Exploitation du cheptel bovin dans la zone cotonnière au Mali-Sud*. Thèse de Doctorat, Ecole Doctorale SIBAGHE (Systèmes Intégrés en Biologie, Agronomie, Géoscience, Hydrologie et Environnement), Sup-Agro Montpellier, France. p 170.
- BA A., 2014. *Démographie de la population bovine dans la zone cotonnière du Mali*. Rapport technique annuel 2014, PASE II.
- BÉLIÈRES J.F., BENOIT-CATTIN M., BARRET L., DJOUARA H., KÉBÉ D., 2008. *Les organisations de producteurs en zone cotonnière du Mali. Conditions d'émergence et perspectives*. *Economie Rurale* 303-304-305 : 22-38.
- BOSMA R., BENGALY K., TRAORÉ M., ROELEVELD A., 1996. *L'élevage en voie d'intensification : Synthèse de la recherche sur les ruminants dans les exploitations agricoles mixte au Mali – Sud*. Amsterdam : (KIT) Royal Institute of the tropics, Pays-Bas ; Institut d'Economie Rurale, Bamako, Mali, 202 p.
- COULIBALY D., MOULIN C.H., POCCARD-CHAPUIS R., MORIN G., SIDIBÉ S.I., CORNIAUX C., 2007. *Evolution des stratégies d'alimentation des élevages bovins dans le bassin d'approvisionnement en lait de la ville de Sikasso au Mali*. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 60 (1-4). <http://remvt.cirad.fr>
- COULIBALY D., POCCARD-CHAPUIS R., BA A., 2009. *Dynamiques territoriales et changements des modes de gestion des ressources pastorales au Mali-Sud*. 16^e Rencontres Recherches Ruminants, du 2 au 3 décembre 2009 à Paris, France, 357-360 p.
- COULIBALY D., 2008. *Changements socio-techniques dans les systèmes de production laitière et commercialisation du lait en zone péri-urbaine de Sikasso, Mali*. Doctorat Zootechnie des systèmes d'élevages, CIRAD, AgroParistech 2008AGPT0050. p.399. <http://pastel.paristech.org/5012/>
- DJOUARA H., BÉLIÈRES J.F., KÉBÉ D. 2006. *Les exploitations agricoles familiales de la zone cotonnière du Mali face à la baisse des prix du coton-graine*. *Cahiers Agricultures* (15) 64-71.
- DONGMO NGOUTSOP A. L., DJAMEN NANA P., VALL E., KOUSSOU M.O., COULIBALY D., ET LOSSOUARN J., 2013. « Du nomadisme à la sédentarisation », *Revue d'ethnoécologie* [En ligne], 1 | 2012, mis en ligne le 02 décembre 2012, consulté le 23 mai 2013. URL : <http://ethnoecologie.revues.org/779> ; DOI : 10.4000/ethnoecologie.779 ; Éditeur : Laboratoire Éco-anthropologie et Ethnobiologie (UMR 7206)
- DUFUMIER M., 2005. *Etude des systèmes agraires et typologie des systèmes de production agricole de la région cotonnière du Mali*. Programme d'Amélioration des Systèmes d'exploitation en zone cotonnière (PASE). Paris, INAPG.
- JAMIN J.Y., HAVARD M., MBETID-BESSANE E., DJAMEN NANA P., DJONNÉWA A., KOYE D., LEROY J., 2007. *Chapitre 8. Modélisation de la diversité des exploitations*, p. 123-151. In : Mohamed Gafsi, Patrick Dugué, Jean-Yves Jamin, Jacques Brossier (Coordinateurs). *Exploitations agricoles familiales en Afrique de l'Ouest et du Centre*. Collection : Synthèse. Editions Quae, 472 p.
- JOUBE P., 1986. *Quelques principes de construction de typologies d'exploitations agricoles suivant différentes situations agraires*. In *Communication au colloque « Diversification des modèles de développement rural » 17-18 avril 1986 MRT PARIS Les Cahiers de la Recherche Développement N° 11 - Août 1986*. (11) p 48-56.
- KÉBÉ D., FOMBA B., SIDIBÉ M. C., DJOUARA H., 1999. *Le conseil de gestion aux exploitations agricoles – Un outil de vulgarisation*. Note méthodologique, ESPGRN/Sikasso, IER, 25 p.

- KEITA A., 2015. *Analyse des déterminants des stratégies d'adaptation des exploitations agricoles en zone cotonnière au Mali. Cas d'étude : Béguéné. Master 2 Gestion Agricole et Territoires. CIHEAM (Centre International de Hautes études Agronomiques Méditerranéennes), Université Paul-Valéry Montpellier, France.*
- LANDAIS E. 1983. *Analyse des systèmes d'élevage bovins sédentaire du Nord de la Côte d'Ivoire. Etudes et Synthèses IEMVT, 9, 759 p.*
- LHOSTE P., 1986. *L'Association Agriculture-élevage. Evolution du système agropastoral au Sine-Saloum (Sénégal). Thèse de D. I., INA Paris-Grignon. Maison Alfort, IEMVT/CIRAD, 1986, 314 p. (Etudes et synthèses n° 26).*
- LHOSTE P., 2004. *L'analyse des transformations des systèmes d'élevage dans les pays du sud : questions et perspectives.* In E. Chia, B. Dedieu, C.H. Moulin, M. Tichit (E) « transformation des pratiques techniques et flexibilité des systèmes d'élevage ». Séminaire INRA SAD TRAPEUR, Agro M, Montpellier, 15-16 mars 2007.
- MORIN G., COULIBALY D., CORNLAUX C., POCCARD-CHAPPUIS R., S.I. SIDIBÉ, MOULIN C.H., 2017 *Dynamiques des unités de production laitière dans le bassin d'approvisionnement de la ville de Ségou (Mali). Revue Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 2007, 60 (0). <http://remvt.cirad.fr>*
- Merlot B., Parie J., Lafont M., Boutin F., 2004. *Typologie des exploitations agricoles de Basse-Normandie. Institut de l'élevage, Chambre régionale d'agriculture de Normandie, Draf, Caen, France, 121 p.*
- POCCARD-CHAPPUIS R., COULIBALY D., BENGALI M., COULIBALY J. ET AL., 2007. *Activité3 : Analyse affinée des pratiques et des stratégies paysannes. Programme d'Amélioration des Systèmes d'Exploitation en zones cotonnières du Mali (PASE), financement de l'Agence Française de Développement (AFD). Rapport de recherche, IER, 199 p.*
- PRADÈRE J.F., 2007. *Performances et contraintes de l'élevage au Mali. Projet d'Appui à l'Agriculture Africaine (P3A) au Mali. 73p.*
- SOUMARÉ M., 2006. *Zonage Agro-écologique. Programme d'Amélioration des systèmes d'exploitation en zone cotonnière du Mali, Projet Caractérisation, Bamako. p. 73.*

ÉVOLUTION DES CARACTÉRISTIQUES DES EXPLOITATIONS AGRICOLES FAMILIALES DE SIX VILLAGES DE LA ZONE COTONNIÈRE DU MALI EN TROIS ANS

DLAWARA Morike, IER, Bamako, Mali, dmorike@yahoo.fr

HAVARD Michel, UMR Innovation, CIRAD, Montpellier, France

SOUMARÉ Mamy, IER, Bamako, Mali

KONÉ BOUREMA, IER, Bamako, Mali

NIENTAO Abdoulaye, IER, Bamako, Mali

Auteur correspondant : DLAWARA Moriké, IER, Bamako, Mali, dmorike@yahoo.fr

RÉSUMÉ

La photographie périodique des exploitations agricoles familiales (EAF) de la zone cotonnière du Mali permet de suivre leurs changements et évolutions et de contribuer à en expliquer les raisons. Cette communication a pour objectif de présenter et comparer, à trois ans d'intervalle, les photographies des EAF de six villages de la zone cotonnière du Mali. Les données ont été collectées sur un échantillon de 232 EAF sur les campagnes agricoles 2013-2014 et 2016-2017. L'analyse a mis l'accent sur les principaux changements identifiés dans les EAF : l'éclatement de quelques grandes EAF, la recherche d'une diversification des systèmes de culture et des activités même si la majorité des EAF reste spécialisée dans la production du coton et des céréales et plus d'effort vers l'intégration agriculture-élevage. Certaines EAF rencontrent des difficultés à assurer la sécurité alimentaire et à dégager des revenus suffisants. Réaliser ce type d'étude de référence sur des échantillons d'EAF à des pas de temps réguliers est utile pour apprécier et donner des explications, et raisons des changements et évolutions observées sur les EAF.

Mots clés : Exploitation Agricole Familiale, Structure, Changement, Coton et Mali

ABSTRACT

Periodic photography of family farms in the cotton zone of Mali allows to follow their changes and evolutions and help to explain the reasons of changing. The purpose of this paper is to present and compare family farms of six villages in Mali's cotton zone during three years' period. Data were collected on a sample of 232 farms for the 2013-2014 and 2016-2017 crop years. The mains results of analysis are : the break-up of some large farms, the search for diversification of cropping

systems and activities even if the majority of the farms remains specialized in the production of cotton and cereals and provide more effort towards agriculture-lives-stock integration. Some farms have difficulties to ensuring food security and generating sufficient income. This type of baseline study on samples of farms at regular time is useful for appreciating and explaining, changing and reasons for the changes and evolutions observed on family farms.

Key words: Family farm, Structure, Change, Cotton and Mali

INTRODUCTION

Dans la zone cotonnière du Mali, l'Exploitation Agricole Familiale (EAF) est le lieu où les décisions concernant les activités agricoles (production et commercialisation) et non agricoles sont prises en relation avec la gestion des risques et des objectifs familiaux (Bélières, 2014). Jusque dans les années 2000, la spécialisation des EAF dans la production cotonnière était recherchée. Mais depuis quelques années, malgré les mesures de soutien prises par les pouvoirs publics, la baisse des cours du coton et les mesures de libéralisation économiques affectent l'ensemble du modèle de développement ; les acquis semblent très fragiles notamment en termes de stabilisation des revenus, de sécurité alimentaire et d'emploi au sein des EAF (Balié, 2012). À cela s'ajoutent les pressions démographique et foncière. Face à ces changements rapides, les EAF développent des stratégies d'adaptation par l'intensification et la diversification de leurs systèmes de production (Poccard-Chapuis et al., 2007 ; Dufumier, 2005 ; Djouara et al., 2006 ; Bélières et al., 2007 ; Ouloguem et al., 2008 ; Coulibaly, 2008). En situation de crise cotonnière, comme la baisse du prix du coton graine en 2005, Dufumier (2005) a montré que les grandes EAF pourraient avoir un désinté-rêt à la culture du coton au profit d'autres cultures commerciales ; cette perspective pourrait s'étendre aux autres catégories d'EAF si le prix du coton graine venait à diminuer et à fluctuer davantage. Les producteurs qui diversifient leurs systèmes de production avec la riziculture, la production d'ignames, de taros ou le maraîchage assurent tout à la fois une forte création de richesse et le maintien d'un nombre important d'actifs dans le secteur agricole (Bainville et al., 2009). Cependant, tous les types d'EAF restent fort dépendants du coton, en dépit d'une diminution constatée des superficies cultivées par exploitation lors des périodes de crise cotonnière (baisse des prix du coton, hausse des prix des intrants) (Sidibé et al., 2007). En effet, les producteurs ne cultivent pas le cotonnier seulement à cause des revenus qu'il procure, mais aussi pour l'obtention de crédits d'intrants nécessaires au maintien de la fertilité des sols (Sanogo et al, 2010).

Dans un tel contexte de changements et d'incertitudes, il est important de caractériser et de comprendre comment les EAF s'adaptent, mais aussi d'évaluer leurs performances, leur viabilité, et la résilience des systèmes de production et des agro-systèmes, et de les accompagner dans la recherche de solutions et d'alternatives innovantes.

Cette communication a pour objectifs de : i) présenter et comparer à trois ans d'intervalle, les photographies des EAF de six villages dans lesquels sont menées des activités de recherche-développement dans la zone cotonnière du Mali, ii) identifier et analyser les principaux changements intervenus dans ces EAF en trois ans.

MÉTHODES ET OUTILS

Zones d'étude

Le choix s'est appuyé sur le découpage de la zone cotonnière en six régions agricoles homogènes (Soumaré et al., 2008). Les études ont été menées dans six villages retenus par la recherche agricole et les sociétés cotonnières pour y mener des activités de recherche-développement¹¹ en partenariat avec les populations. Ces six villages représentent la diversité agro écologique des zones cotonnières du Mali, (Soumaré et al, 2008) ainsi que la diversité des systèmes de production (Figure 1). Ont également été prises en compte l'accessibilité géographique, la diversité des pratiques et l'intégration agriculture-élevage.

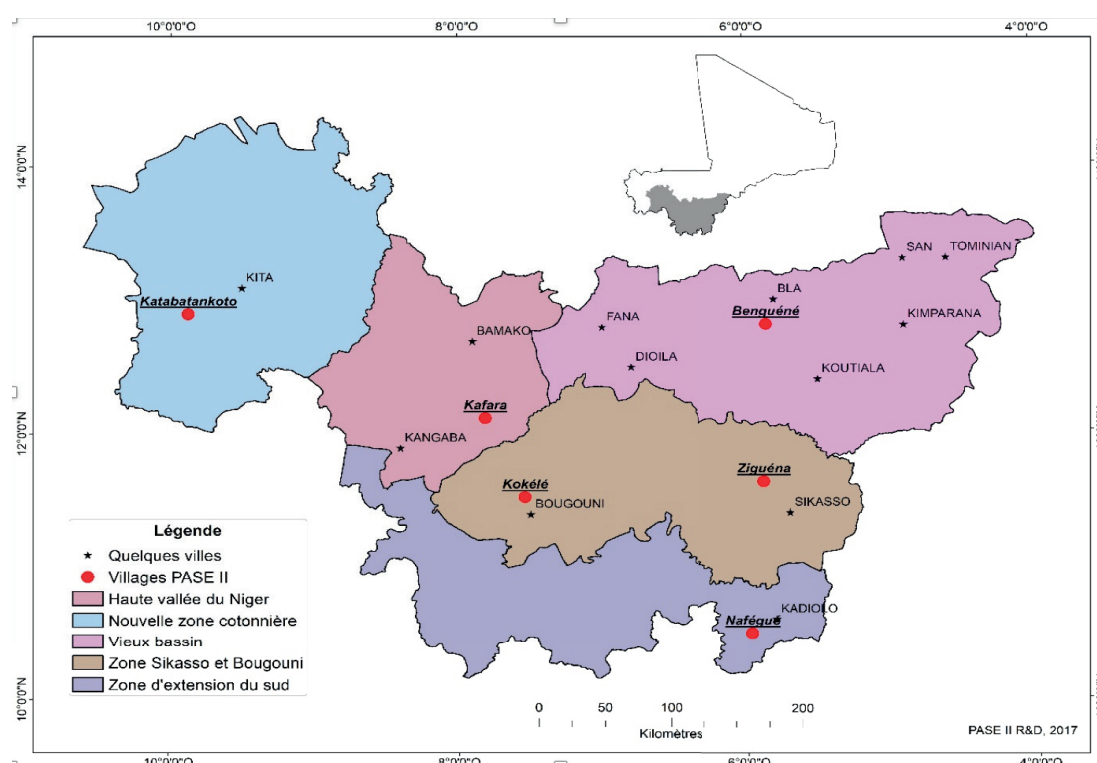


Figure 1: Localisation sites d'étude

Collecte et gestion des données

L'étude s'est appuyée sur les données des enquêtes réalisées en 2014 et 2017 sur la base des résultats des campagnes agricoles 2013 et 2016 sur un échantillon de 232 EAF choisies sur la base de la représentation pondérée de la diversité des types d'exploitations identifiés par l'analyse des données exhaustives de 2014 (Diawara *et al.*, 2018).

11 Dans le cadre du volet recherche-développement du projet PASE II « Projet d'Appui à l'Amélioration de la Gouvernance de la filière coton dans sa nouvelle configuration institutionnelle et à la productivité et à la durabilité des Systèmes d'Exploitation en zone cotonnière » sur la période 2013-2018.

Ces données portent sur : la structure, le fonctionnement et les performances techniques et économiques des EAF. Elles ont été saisies dans une base de données sous Microsoft Access.

Analyse des données

L'analyse des données a été faite par des statistiques descriptives avec Microsoft Office (Access, Excel) et SPSS Statistics 20. Dans la présentation des résultats, un accent particulier a été mis sur les principaux changements mis en évidence dans les EAF : diversification des cultures et des activités, renforcement de l'intégration agriculture-élevage, le rôle des organisations de producteurs, la sécurité alimentaire et les revenus.

Les variables décrites sont les conditions de mise en place et la composition des EAF, le recours à la main-d'œuvre extérieure et leurs principales affectations, le foncier agricole et la gestion des espaces agricoles, l'inventaire du cheptel et la pratique de l'embouche, la production de la fumure organique, le niveau de sécurité alimentaire et le revenu net global (RGN) des EAF. Les analyses descriptives ont consisté à comparer les moyennes par village en 2013 et en 2016. Cette comparaison a permis de voir les évolutions observées au sein des EAF et dans les villages. La vérification de la vraisemblance de certaines données a été faite à travers les expériences des chercheurs et la connaissance de la zone d'étude.

RÉSULTATS

Les résultats présentés s'appesantissent sur les conditions de mise en place des EAF et sur la composition de ses membres, l'utilisation des terres et la diversification des systèmes de cultures, le développement de l'intégration agriculture-élevage, les niveaux de sécurité alimentaire et de revenus et les formes d'organisation sociale en appui aux EAF.

Mise en place et composition des exploitations agricoles familiales

Mise en place des EAF

Les chefs d'exploitations (CE) agricoles sont en grande majorité des « autochtones ». Ils sont issus non seulement des éclatements des grandes familles et des migrations (Samaké et al, 2013 ; Bélières, 2013, Bélières 2014) mais aussi des successions après décès. Les CE, sont généralement les plus âgés de l'EAF. En moyenne, ils étaient âgés de 55 ans en 2013 et 57 ans en 2016. L'âge moyen des CE n'a pas augmenté de 3 ans entre 2013 et 2016, car certains CE sont décédés, et ont été remplacés par des CE plus jeunes. Les CE enquêtés se sont installés principalement par succession, éclatement des EAF et migration (Tableau 2). La part des chefs d'exploitation issue de la succession est moins importante en 2016 qu'en 2013 (surtout Nafégué, Kafara

et Kokélé). Cette tendance peut être due à des éclatements au sein des EAF. Dans la même période, le nombre d'EAF issues de la migration augmente. La migration classique est plus importante en 2016 (à l'exception de Nafégué et Katabantankoto) à Benguéné, Kokélé et Kafara de par leur proximité des centres urbains. Elle favorise l'éclatement et l'apparition de nouvelles EAF dans ces villages. Les conflits et le désir d'autonomie sont une cause de l'éclatement plus importante que la migration dans l'origine des EAF (surtout à Katabantankoto) en 2013 et dans les villages proches des centres urbains (Kafara, Kokélé et Katabantankoto) en 2016.

Tableau 2. *Mise en place des chefs d'exploitations agricoles en 2013 et en 2016*

Mise en place CE		Nafégué	Ziguéna	Benguéné	Kafara	Kokélé	Katabantankoto	% Total
Part (%) 2013	Succession	50,0	75,8	76,5	78,6	66,7	51,2	65,5
	Éclatement	13,9	18,2	20,6	17,9	21,67	46,3	23,7
	Migration	33,3	3,0	2,9	0	11,67	0	9,1
	Autres	2,8	3,0	0	3,6	0,00	2,4	1,7
Part (%) 2016	Succession	66,7	69,7	67,7	89,3	50,00	58,5	64,2
	Éclatement	16,7	21,2	20,6	7,1	26,67	39,0	23,3
	Migration	16,7	9,1	11,8	3,6	23,33	0	12,1
	Autres	0	0	0	0	0	2,4	0,4

Légende : CE. Chef d'Exploitation;

Composition des EAF

Une exploitation agricole, composée d'un ou de plusieurs ménages (Camara, 2015) est généralement dirigée par des hommes (97%) et le nombre de personnes varie de 1 à plus de 30 (RGA, 2004). Les EAF sont de taille moyenne (2 ou 3 ménages) et celles constituées d'un seul ménage sont rares. Quelques EAF sont de taille exceptionnelle (plus de 5 voire 20 ménages). Le nombre de personnes par EAF varie en moyenne de 16 à 22 même si certaines grandes EAF comptent 50 personnes voir plus. L'exode rural et/ou l'émigration ont réduit le nombre moyen de personnes par EAF dans les villages proches des centres urbains (Kafara et Kokélé) de 2013 à 2016. Cette tendance est confirmée par l'évolution de la part de la migration dans l'origine des CE (Tableau 2). Les enfants (moins de 15 ans) représentent près de la moitié des membres des EAF et le nombre de femmes est légèrement supérieur à celui des hommes en 2013 et en 2016. Les EAF disposent des moyens humains (plus de 80% d'actifs) nécessaires pour les travaux.

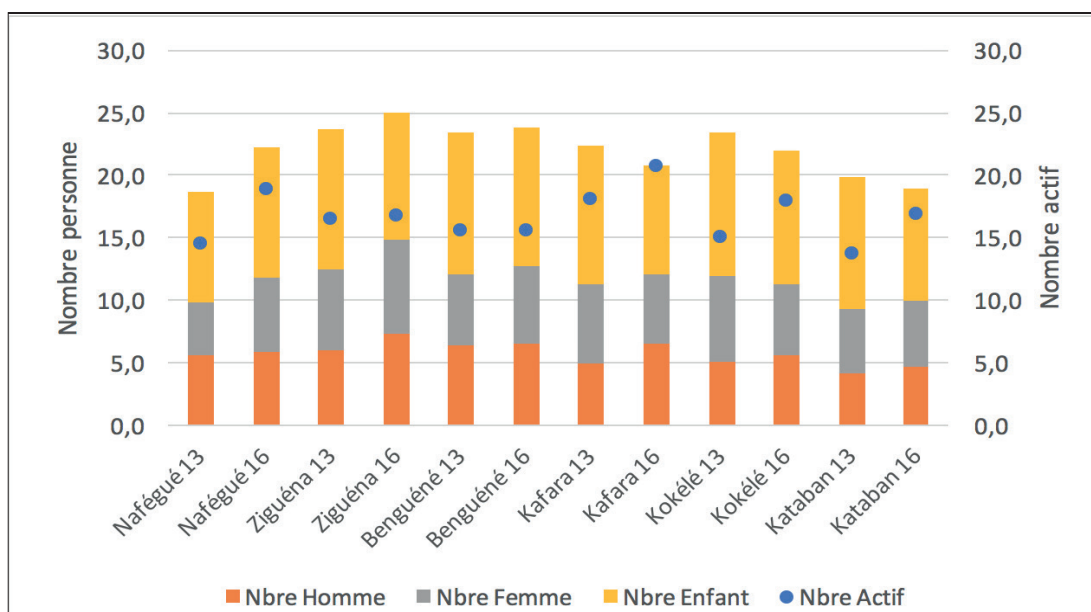


Figure 2: Évolution de la population moyenne des EAF dans les six villages

Recours à la main-d'œuvre extérieure et ses principales affectations

Recours à la main-d'œuvre extérieure

Malgré la disponibilité de la main-d'œuvre familiale (Figure 2), le recours à la main-d'œuvre extérieure est important (plus de ½ des EAF) dans les exploitations agricoles (Tableau 3). Cette pratique est plus importante à Ziguéna qu'à Benguéné en 2013 et en 2016. La part des EAF ayant recours à la main-d'œuvre extérieure (journalière surtout, mais aussi tâcheronne et entraide) a légèrement diminué entre 2013 et 2016..

Tableau 3: Recours des EAF à la main-d'œuvre extérieure en % des EAF

Villages	2013	2016
Nafégué	75	61
Ziguéna	79	76
Benguéné	29	29
Kafara	39	43
Kokélé	53	58
Katabantonkoto	68	37
Total général	58	51

Principales affectations de la main-d'œuvre extérieure

Les EAF affectent (Figure 3) principalement la main d'œuvre extérieure aux travaux agricoles (nettoyage des parcelles, sarclage, semis, entretiens cultureux et récolte), à

l'élevage (bergers, ramassage des pailles de brousse et de résidus de culture) et autres travaux de l'exploitation (agricoles et non agricoles, travaux communautaires).

L'affectation aux travaux agricoles reste la plus importante dans tous les villages avec une très grande différence à Benguéné. Toutes les exploitations de ce village avaient recruté de la main-d'œuvre extérieure pour les travaux agricoles en 2013 et moins de 1/3 en 2016. Sur l'ensemble des villages, 10% de la main-d'œuvre extérieure affectée aux travaux agricoles ont été orientés vers l'élevage. Cette réorientation est plus importante à Benguéné, Kafara et Ziguéna à cause de leur position géographique pour la sécurisation des animaux et assurer leur bonne alimentation. Les vols d'animaux sont fréquents dans les zones proches des centres urbains. Les affectations pour autres travaux ont été identifiées dans 2 villages. Elles apparaissent très importantes à Kafara en 2013 (près des 2/3 des EA) qu'à Kokélé en 2016 (moins de 5% des EA).

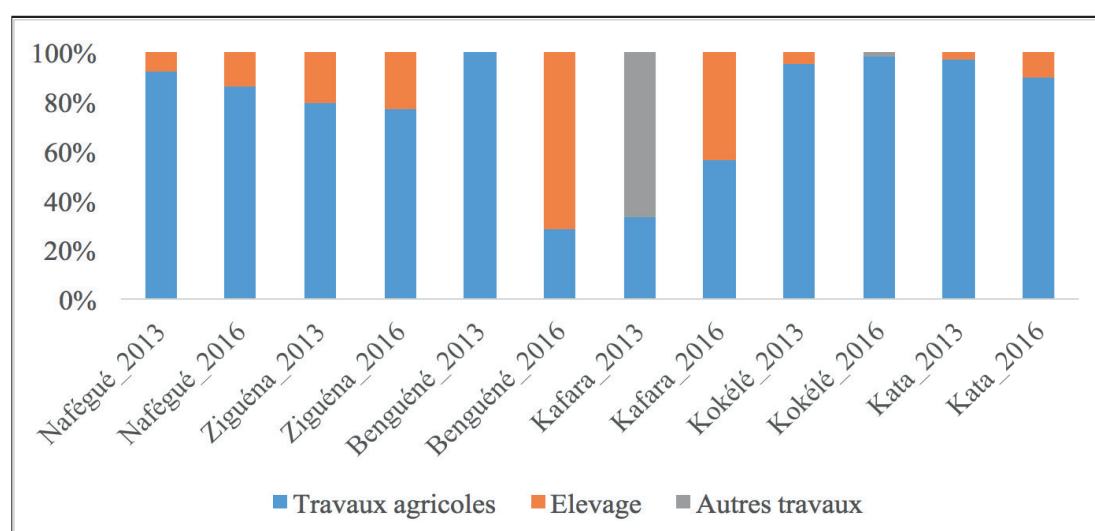


Figure 3: Part des exploitations agricoles ayant recours à la main-d'œuvre extérieure selon les types de travaux dans les six villages

Utilisation des terres et diversification des cultures

La Figure 4 illustre l'évolution des surfaces totales et la gestion foncière dans les six villages de 2013 à 2016. Avec une moyenne générale de 3 champs sur les six villages, les surfaces totales (ST) moyennes ont connu une croissance de près 3,5 ha (13,3 ha en 2013 à 16,8 ha en 2016). Un fort contraste se cache derrière cette évolution entre les exploitations d'un même village et entre les ST moyennes inter-village. Elle est influencée par l'augmentation des ST dans les zones où le foncier est encore disponible (surtout à Ziguéna et Kokélé) alors qu'à Kafara, les ST ont connu une réduction. De grandes superficies (plus de 20ha) sont observées dans les anciennes zones de productions cotonnières (Nafégué et Ziguéna).

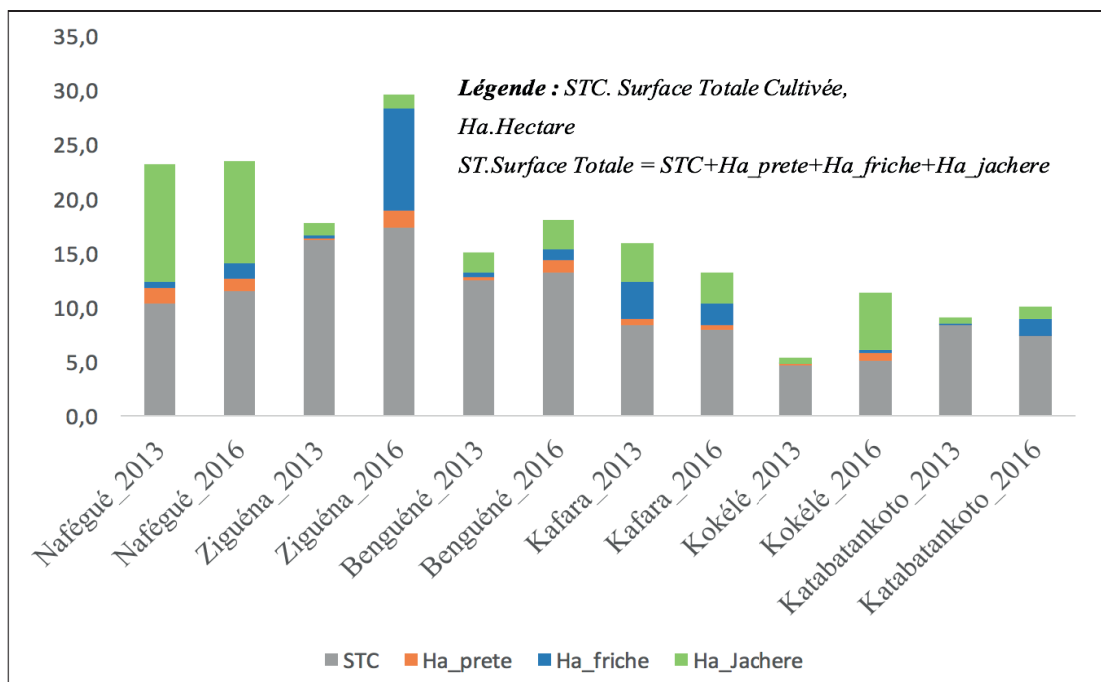


Figure 4: Évolution des superficies totales et gestion foncière des exploitations agricoles entre 2013 et 2016 dans les six villages

Les surfaces totales des EAF sont principalement utilisées pour les productions agricoles (coton, céréales), plantation, friche, jachère (toute surface de l'EA qui n'est pas cultivée) et une partie est en prêt. Les producteurs agricoles exploitent plus de $\frac{1}{2}$ des surfaces totales, et $\frac{1}{5}$ sont en jachère (Figure 5). Toutes les unités d'occupation des terres ont connu une augmentation. Cette augmentation est moins importante sur les 3 ans pour les STC. Elle oscille plus (zone de forte production cotonnière) ou moins (zone produisant moins le coton) d'un hectare selon le village. Sur l'ensemble, les STC ont connu une augmentation de 0,4 ha et sont plus grandes dans des zones de forte production (Nafégué, Ziguéna et Benguéné). Respectivement, les surfaces en friche, prêt et jachère ont évolué de 0,4 ha, 1,7 ha et 1,14 ha. La forte croissance des friches à Ziguéna est le résultat l'augmentation importante des surfaces totales. Les analyses ont démontré une plus forte progression des jachères à Kokélé (4,73ha) et à Nafégué que les autres villages. Le village de Kokélé a entrepris des pratiques de sécurisation foncière face à l'afflux des exploitations patronales. Des champs sont laissés en jachère pour conquérir de nouveaux espaces.

Sur les STC, les céréales et le coton, principales cultures des EAF pour la génération des revenus et l'alimentation des familles, couvrent plus des $\frac{2}{3}$ des assolements en 2013 et en 2016 (Figure 5). Les parts de ces cultures ont connu une légère progression. La culture du coton couvrant près de $\frac{1}{5}$ des STC, est plus importante en 2016 qu'en 2013. La part du coton sur la STC est plus importante dans la zone d'extension du sud, la zone de Sikasso et le vieux bassin que dans les zones proches des centres urbains.

Les céréales dominent largement l'assolement dans les 6 villages. Elles couvrent (à part Kafara en 2013) plus de 1/2 des STC. Dans le vieux bassin cotonnier, les céréales ont perdu 11% de leurs surfaces au profit du coton en 3 ans.

Les légumineuses occupent une couverture importante dans les STC des EAF. Avec plus 1/3 des STC de la nouvelle zone cotonnière, elles sont plus importantes que le coton à Kafara, Kokélé et Katabantankoto.

La catégorie des autres cultures regroupant les tubercules, cultures maraichères et associées (Maïs, niébé, sorgho) et les autres¹² (plus importantes à Kafara, Kata et Kokélé) considérées comme secondaires sont peu cultivées. Ces cultures couvrant près de 1/10 des STC en 2013 ont perdu plus de la moitié de leurs surfaces en 2016. On peut émettre l'hypothèse que la sécurisation foncière dans les premiers villages proches des centres urbains (Bougouni, Ouélessébougou, Bamako et Kita) s'explique par la demande de terres agricoles des populations urbaines.

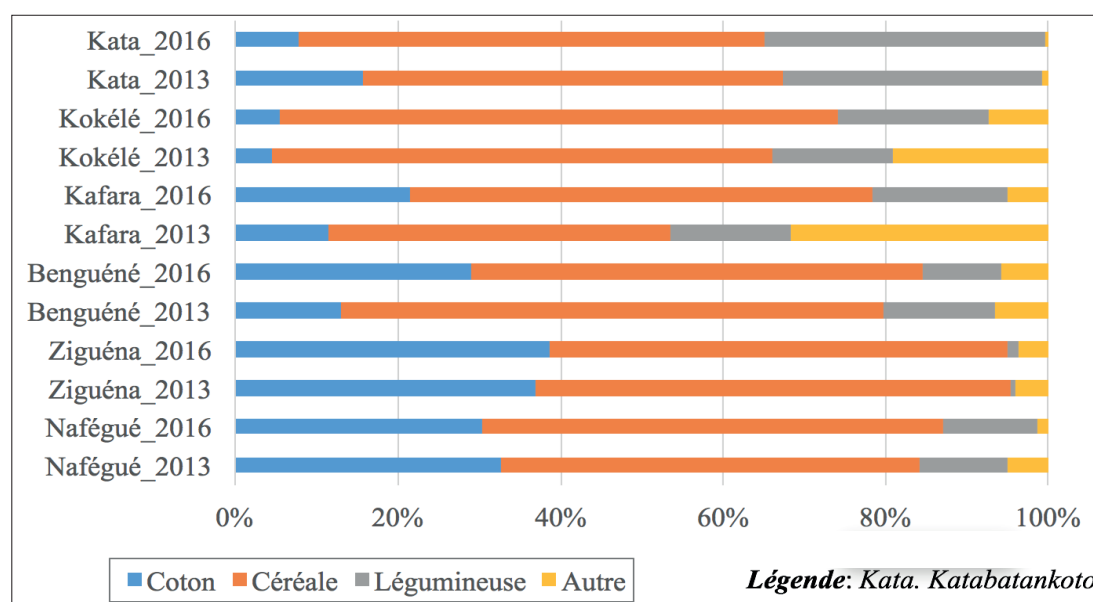


Figure 5: *Assolement des EAF dans les six villages en % des superficies cultivées*

La dynamique comparée des villages est aussi intéressante en termes de part du coton et de part des céréales. On observe un bon du coton au détriment des céréales à Benguéne et à Kafara entre 2013 et 2016.

Développement de l'intégration agriculture-élevage

La pratique de l'élevage par la majorité des EAF (Figure 6) montre bien l'importance de l'intégration agriculture – élevage. En plus de la traction, les animaux servent de capital sur pieds et pour la production de fumure organique.

¹² Autres (le dah, le poids de terre, la pastèque, le gombo, l'aubergine, la calebasse, les cultures fourragères) sont cultivées sur de très faibles superficies.

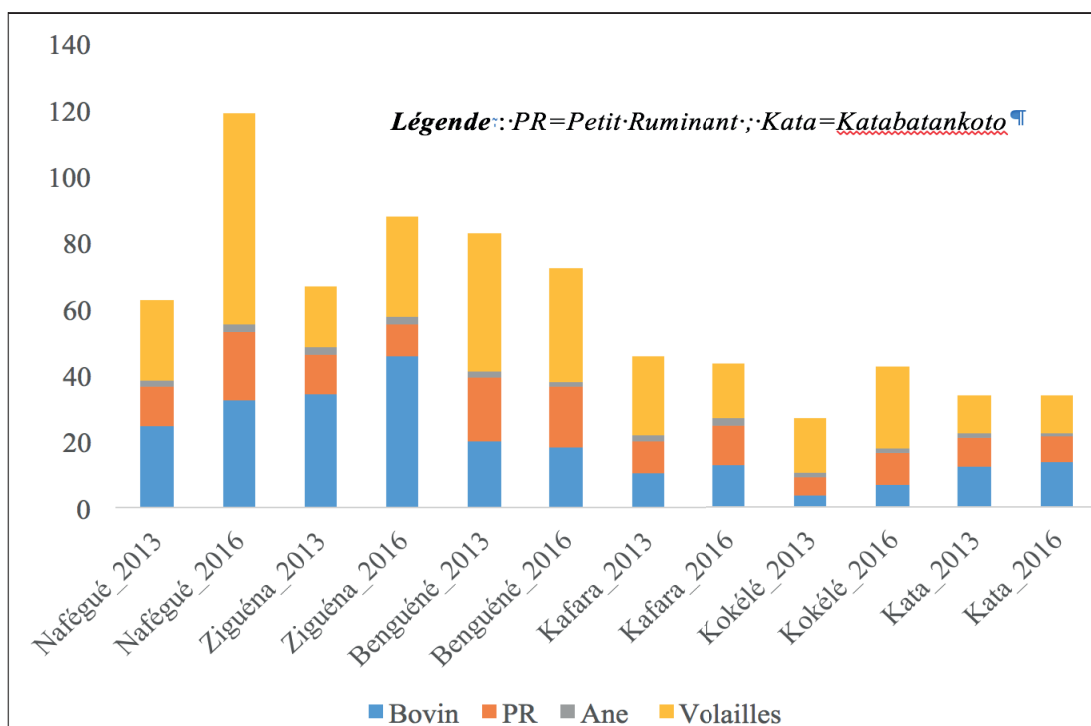


Figure 6: Inventaire des effectifs moyens d'animaux des exploitations agricoles dans les six villages

Les principaux animaux inventoriés au sein des exploitations agricoles sont les bovins, les petits ruminants (ovins, caprins), asins (ânes) et volailles. Toutes les EAF disposent d'au moins un bovin. Les effectifs les plus importants de bovins se trouvent chez les grands producteurs de coton de Nafégué et Ziguéna avec une légère diminution à Benguéné. Les petits ruminants, plus importants dans les zones à faibles potentiels fourragers (Benguéné), sont généralement élevés par les femmes et les jeunes. L'élevage des volailles constitue une activité de diversification pour certaines EAF notamment dans la zone d'extension du sud (Nafégué), le vieux bassin cotonnier (Benguéné) et Ziguéna où des EAF peuvent avoir jusqu'à 400 têtes.

De 2013 à 2016, les effectifs de ces différentes catégories d'animaux sont en augmentation, excepté pour les effectifs des petits ruminants en baisse à Benguéné, à Ziguéna, et ceux des ânes en baisse à Katabatankoto. À l'exception des villages de Benguéné, Kafara et Katabatankoto, une croissance importante est observée dans la catégorie des volailles.

Pour estimer la charge animale, il est convenable de convertir le nombre d'animaux en Unité de Bétail Tropical (UBT). Globalement l'UBT moyenne a évolué de 11,3 à 13,5 entre 2013 et 2016. Cette évolution est le résultat de l'augmentation générale du nombre de bovins et de petits ruminants.

Environ 10% des exploitations pratiquent l'embouche ovine et bovine, et produisent des volailles (Tableau 9). Les embouches et la production des volailles sont

peu pratiquées par des villages proches des centres urbains (Kokélé et Kafara). La raison de cette faible production est liée aux vols fréquents des animaux.

Tableau 9 : *Évolution de la pratique de l'embouche et production des volailles par les EAF des six villages*

Villages	% EAF pratiquant de l'embouche				%EAF produisant des volailles	
	Bovins		Ovins		2013	2016
	2013	2016	2013	2016		
Nafégué	0,0	5,6	11,1	13,9	0,0	47,2
Ziguéna	6,1	6,1	24,2	3,0	21,2	0,0
Benguéné	29,4	14,7	35,3	35,3	23,5	5,9
Kafara	3,6	3,6	0,0	0,0	0,0	14,3
Kokélé	3,3	1,7	0,0	0,0	1,7	1,7
Katabantonkoto	14,6	2,4	2,4	2,4	7,3	0,0
Total	9,1	5,2	10,8	8,2	8,2	10,3

Légende : EAF: Exploitation Agricole Familiale

L'embouche bovine est plus pratiquée dans les villages qui ont moins de bovins, et elle est plus importante à Benguéné et Ziguéna. C'est une activité économique qui permet de générer des ressources monétaires et de bien préparer les animaux de trait pour les travaux champêtres. Certaines exploitations ont abandonné la production des volailles (Ziguéna) tandis que d'autres y accordent plus d'importance (Nafégué).

En plus de l'importance accordée à la production de la fumure organique, des résidus agricoles sont stockés pour l'alimentation des animaux de trait et d'embouche (Tableau 10).

Tableau 10 : *Parts EAF en % stockant et achetant des résidus des cultures et produisant de la fumure organique*

Villages	Stock résidus		Achat résidus		Production FO	
	2013	2016	2013	2016	2013	2016
Nafégué	64	67	0	0	92	92
Ziguéna	58	55	0	0	97	82
Benguéné	100	100	9	15	100	100
Kafara	86	93	0	0	100	86
Kokélé	77	92	7	0	88	97

Villages	Stock résidus		Achat résidus		Production FO	
	2013	2016	2013	2016	2013	2016
Katabantankoto	90	68	2	2	90	41
Total	79	80	3	3	94	83

Légende : FO. Fumure organique

Mais peu de résidus de cultures sont stockés et achetés dans les zones où le potentiel pastoral (Ziguéna et Nafégué) est abondant. L'achat des résidus est pratiqué par seulement quelques EAF de Benguéni (15%) et Katabantankoto (2%), villages qui pratiquent davantage l'embouche.

Niveaux de sécurité alimentaire

Selon la définition de la FAO, la sécurité alimentaire est assurée lorsque toutes les personnes, en tout temps, ont économiquement, socialement et physiquement accès à une alimentation suffisante, sûre et nutritive qui satisfait leurs besoins nutritionnels et leurs préférences alimentaires pour leur permettre de mener une vie active et saine (FAO, 2011). La disponibilité, l'accès, l'utilisation et la stabilité sont piliers de la sécurité alimentaire au sein desquels est incorporé le concept de sécurité alimentaire.

Dans notre contexte, le niveau de sécurité alimentaire ne prend en compte que le pilier disponibilité des céréales, principale alimentation de la population, mais diverses autres spéculations sont cultivées et consommées par les exploitations agricoles. Sur la figure (7), toutes les productions sont données en kg par exploitations.

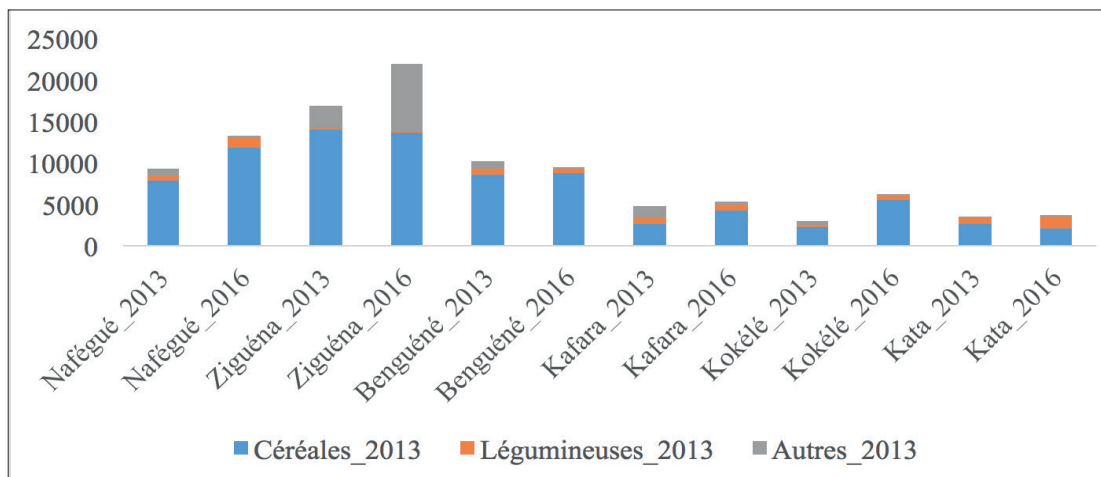


Figure 7: *Productions moyennes des cultures en kg/EAF entrant dans l'alimentation des membres des EAF*

Les productions totales sont plus importantes en 2016 qu'en 2013 à l'exception de Katabantankoto et Benguéni (Figure 7). Les légumineuses et cultures maraichères (dominées par la pomme de terre) sont des cultures secondaires cultivées sur de petites surfaces constituant des sources de revenu pour des femmes.

La sécurité alimentaire des EAF de ces villages peut être assurée à partir de la production de l'ensemble des céréales (sorgho, maïs, mil et fonio) passée de 5,8 tonnes à plus de 7 tonnes de 2013 à 2016. Les villages en situation de saturation foncière arrivent à augmenter la production avec l'intensification malgré la baisse des surfaces en céréales. La nouvelle zone cotonnière (Katabatankoto) ne parvient pas à maintenir sa production céréalière passée de près de 3 tonnes à 2 tonnes entre 2013 et 2016. Une légère baisse a été constatée également dans le village de Ziguéna. Avec des contrastes inter et intra village, les céréales assurent la sécurité alimentaire en 2013 (333 kg/personne) et en 2016 (424 kg/personne). Ces chiffres sont largement supérieurs au seuil de 190kg/personne, recommandé par le Comité inter-États de Lutte contre la Sécheresse au Sahel (CILSS) (Lourme-Ruiz et al., 2016). Les autres cultures contribuent (légumineuses, tubercules, maraichères et coton) à l'alimentation des familles, mais aussi aux revenus. Ceux de la vente du coton et d'autres cultures marchandes servent de monnaie d'échange pour l'achat des denrées alimentaires (complémentaires) et d'autres besoins (habillements, scolarisation, cotisation, organisation des festivités, ...) et paiement des dettes. L'analyse des revenus agricoles et non agricoles ne sera pas possible dans ce papier pour manque d'éléments nécessaires..

DISCUSSION ET CONCLUSION

Sur les six villages entre 2013 et 2016, des changements sont perceptibles dans la transmission des EAF entre un chef d'exploitation (CE) et son successeur. Plus de 1/2 des CE le sont par succession ceux par migration ont connu une légère augmentation. Près de 25% des EAF des villages étudiés sont issues de l'éclatement de grandes EAF qui peut intervenir suite à des tensions et conflits entre des membres et le CE, ou encore lorsque des jeunes souhaitent devenir autonomes. Suivre ce phénomène est important, car il risque de modifier le paysage des EAF de la zone cotonnière dans son ensemble dans les années à venir.

Les résultats présentés ressortent les efforts de diversification des systèmes de cultures, mais aussi des activités, particulièrement avec le développement de l'élevage dans certaines EAF dans la continuité des études antérieures sur la même zone (Poccard-Chapuis et al., 2007 ; Dufumier, 2005 ; Djouara et al., 2006 ; Bélières et al., 2007 ; Ouloguem et al., 2008 ; Coulibaly, 2008). Mais la majorité des EAF restent spécialisées dans les productions cotonnière et céréalière qui occupent 3/4 de l'assolement, et il n'y a pas de changements perceptibles sur trois ans. Dans la continuité des études antérieures (Sidibé et al., 2007 ; Sanogo et al, 2010) ces résultats montrent que tous les types d'EAF restent encore dépendants du coton, car elles cultivent le coton pour leurs revenus, mais aussi pour l'obtention de crédits d'intrants.

La réduction continue des superficies en friches et en jachère dans la zone de l'Of-

ficie de la Haute Vallée du Niger (OHVN) (Kafara) dénote le début d'un processus de saturation foncière qui gagne progressivement toutes les zones, même celles considérées comme des zones disposant de ressources en terre.

L'intégration agriculture – élevage est généralisée dans les EAF de tous ces villages. Pratiquement toutes les EAF possèdent la traction animale, et près de 90% d'entre elles produisent de la fumure organique. La majorité des EAF stockent maintenant des résidus de culture pour nourrir une partie de leur cheptel en saison sèche (bovins de trait, vaches laitières, animaux d'embouche).

Les animaux servent de capital sur pieds, pour la traction animale (bovins, asins, équins), et pour la production de fumure organique. Mais des améliorations importantes de cette intégration agriculture-élevage sont encore possibles, en améliorant la gestion de l'alimentation des animaux à partir des résidus de récolte, en développant les cultures fourragères, et en produisant davantage de fumure organique.

La sécurité alimentaire des EAF de ces villages peut être assurée à partir de la production des céréales et associations (maïs, sorgho, niébé) passée de 362 kg/personne en 2013 à 424 kg/personne en 2016), mais également avec le revenu de la vente du coton qui sert de monnaie d'échange pour l'achat des denrées alimentaires.

Globalement, sur cette courte période de trois ans, il n'y pas de changements majeurs dans la structure et le fonctionnement des EAF. Les faibles différences sur certains aspects entre 2013 et 2017 sont davantage conjoncturelles. Cependant, cette étude confirme les évolutions constatées depuis plus de 10 ans, à savoir, : i) l'éclatement de plus en plus fréquent des EAF, les jeunes cherchant à devenir autonomes plus rapidement, ii) la toujours forte dépendance des EAF au coton, iii) le lent développement de la diversification des cultures et des activités, les EAF restant spécialisées sur coton et maïs iv) la progression de la saturation foncière dans des villages jusqu'ici peu touchés, v) les difficultés croissantes d'alimentation des animaux d'élevage avec l'augmentation des effectifs, et la réduction des espaces de pâturage, etc. Ce travail ressort l'intérêt de réaliser ce type d'étude sur des échantillons d'EAF à des pas de temps réguliers pour suivre, apprécier et donner des explications aux changements et évolutions observés sur les EAF.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BAINVILLE S., DUFUMIER M., 2009. *Diversité des exploitations agricoles en zone cotonnière du Burkina Faso. Synthèse des études régionales conduites entre avril et septembre 2009.* AFD, SupAgroMontpellier, AgroParisTech.
- BALIÉ J., 2012. *Analyse des incitations et pénalisations pour le coton au Mali.* FAO. Rome. 42 p. http://www.fao.org/fileadmin/templates/mafap/documents/technical_notes/MALI/MALI_Technical_Note_COTTON_FR_Oct2012.pdf
- BÉLIÈRES J.F., 2013. *Les agricultures familiales du Monde : Définition, contributions et politiques publiques ; Etude de cas Mali*, CIRAD, Montpellier, France, 27p. https://www.roppa-afrique.org/IMG/pdf/agriculture_familiale_et_politiques_publicques_etude_de_cas_mali.pdf
- BÉLIÈRES J.F., 2014. *Agriculture familiale et politiques publiques au Mali, document de travail.* UMR ART-Dev, CIRAD, Montpellier, France, 35p. http://art-dev.cnrs.fr/IMG/pdf/wpART-Dev_2014_13.pdf
- BÉLIÈRES J.F., 2014. *Rapport d'une mission d'appui à la composante économie des exploitations agricoles familiales. Projet d'appui à l'amélioration de la gouvernance de la filière coton dans sa nouvelle configuration et à la Productivité des Systèmes d'Exploitation en zone cotonnière du Mali, PASE II, Volet recherche-développement.* Montpellier, CIRAD.
- BÉLIÈRES J-F., COULIBALY J., SIDIBÉ M., 2007. *Gestion des stocks et de la trésorerie dans les exploitations agricoles familiales du vieux bassin cotonnier : pratiques et contraintes.* Programme d'Amélioration des Systèmes d'Exploitation en zones cotonnières du Mali (PASE), financement de l'Agence Française de Développement (AFD). Rapport de recherche, IER, 67 p
- CAMARA M., 2015. *Atouts et limites de la filière coton au Mali.* Thèse de doctorat unique, Économies et finances. Université de Toulon, 2015. France, 320p.
- COULIBALY D., 2008. *Changements socio-techniques dans les systèmes de production laitière et commercialisation du lait en zone péri-urbaine de Sikasso, Mali.* Doctorat Zootechnie des systèmes d'élevages, CIRAD, AgroParistech, France, 399 p. <http://pastel.paristech.org/5012/>
- DLAWARA M., HAVARD M., SOUMARÉ M., KEÏTA A., TRAORÉ A. ET KONÉ B., 2018. *Typologie des exploitations agricoles pour l'accompagnement des producteurs dans les zones cotonnières du Mali*, in Soumaré M et Havard D. (eds), *Les zones cotonnières africaines, dynamique et durabilités*, Actes du colloque de Bamako, IER, USSGB et CIRAD, édition Edis Bamako
- DJOUARA H., BELIÈRES J.F., KÉBÉ D., 2006. *Les exploitations agricoles familiales de la zone cotonnière du Mali face à la baisse des prix du coton-graine.* *Cah. Agric.* 15(1) : 64-71.
- DUFUMIER M., 2005. *Etude des systèmes agraires et typologie des systèmes de production agricole de la région cotonnière du Mali.* Programme d'Amélioration des Systèmes d'exploitation en zone cotonnière (PASE). Paris, INAPG.
- FAO, 2011. *Les forêts au service de la nutrition et de la sécurité alimentaire.* I2011F/1/03.11, Rome, Italie. <http://www.fao.org/docrep/014/i2011f/i2011f00.pdf>.
- LOURME-RUIZ A., DURY S. ET PREVEL Y-M., 2016 *Consomme-t-on ce que l'on sème ? Relations entre diversité de la production, revenu agricole et diversité alimentaire au Burkina Faso*, *Cah. Agric.* 25, 65001.
- OUOLOGUEM B., POCCARD R., COULIBALY D., CORNLAUX C. ET AL., 2008. *Production,*

commercialisation et consommation de produits laitiers en zones péri-urbaines du Mali. Rapport final du projet « Recherche de mode de gestion du troupeau pour une exploitation économique et durable des bovins laitiers dans les zones péri-urbaines du Mali ». Programme Bovins, IER, 75 p.

POCCARD-CHAPUIS R., COULIBALY D., BENGALI M., COULIBALY J. ET AL., 2007. *Activité3 : Analyse affinée des pratiques et des stratégies paysannes. Programme d'Amélioration des Systèmes d'Exploitation en zones cotonnières du Mali (PASE), financement de l'Agence Française de Développement (AFD). Rapport de recherche, IER, 199 p.*

RGA, 2004. Recensement général de l'Agriculture (RGA)- Campagne Agricole 2004-2005. Résultats définitifs - Volume II : Rapport Détaillé. Bamako, Mali, 104p. http://mep.gouv.ml/images/Rapport_RGA_2004-2005_Volume%202.pdf

SAMAKÉ A., BÉLIÈRES J.F., KONÉ B., TRAORÉ A., NIENTAO A., 2013. *Systèmes d'activités et performances des exploitations agricoles familiales dans les cercles de Yanfolila et Bankass (Mali). IER, Bamako, Mali*

SANOGO O.M., DE RIDDER N., VAN KEULEN H., 2010. *Diversité et dynamique des exploitations agricoles mixtes agriculture-élevage au sud du Mali. Cab. Agric. 19(3) : 185-193*

SIDIBÉ M., BÉLIÈRES J.-F. ET COULIBALY J., 2007. *Gestion des stocks et de la trésorerie dans les exploitations agricoles familiales de la zone cotonnière : pratiques et contraintes ; mémoire de fin de fin d'étude Ingénieur d'Agriculture Institut Polytechnique Rurale de Katibougou, Novembre 2007. 80 p.*

SOUMARÉ M. BAZILE D ET VAKSMANN M, KOURESSI M., DIAKITÉ CH. ET DIALLO K. (2008) *Diversité agroécosystémique et devenir des céréales traditionnelles au sud du Mali, Cab Agri., étude originale 2 (17) 79-85.*

CRÉDIT DE TRÉSORERIE ET ENDETTEMENT DES PRODUCTEURS DE COTON : UN CAS AU CENTRE-BÉNIN

SOSSOU Koffi Benoît, Centre de Formation et de Recherche en matière de Population, Université Abomey-Calavi, Bénin.

FOK Michel, CIRAD, UR AIDA, Montpellier, France.

Auteur correspondant : Michel FOK , michel.fok@cirad.fr

RÉSUMÉ

Alors que l'exigence en trésorerie est accrue par la nécessité de rémunérer la main-d'œuvre pour compléter le travail fourni par la famille, l'octroi de crédit de trésorerie est peu pris en compte dans l'organisation de la production cotonnière en Afrique francophone. L'étude est la première à aborder les conditions d'octroi et les impacts du crédit informel de trésorerie pour les producteurs de coton de cette région. L'étude est basée sur l'analyse d'une politique particulière menée au Bénin, en 2012, d'octroi formel de crédit de trésorerie aux producteurs de coton. L'étude concerne le centre du Bénin où la politique mise en œuvre a attiré les opérateurs de crédit informel qui ont ainsi révélé les conditions de leur intervention. Avec la collaboration de 537 producteurs de coton relevant de 15 coopératives, l'étude montre que très peu d'entre eux ont échappé au recours aux opérateurs informels pour obtenir de la trésorerie, avec application d'un taux d'intérêt annuel pouvant dépasser les 200%. En valeur, le remboursement de ce crédit peut équivaloir voire dépasser celui du crédit acquis pour les intrants, absorbant ainsi la marge monétaire dégagée de la culture du coton. Les conditions observées du crédit informel ont enfermé les producteurs dans une trappe d'endettement et de pauvreté, au bénéfice d'acteurs ignorés de la filière cotonnière. Une absence ou inadaptation de politique de crédit formel de trésorerie aux paysans cultivant du coton pourrait surtout transférer le profit de cette culture aux acteurs de crédit informel et usuraire. Le recours au crédit de trésorerie devrait être davantage étudié et pris en compte dans l'organisation et la gestion des filières cotonnières.

Mots clés : Crédit de court terme, taux d'intérêt, coût de production, commercialisation, Bénin.

ABSTRACT

While the requirement for cash has been increasing along the need to pay labor external to family, the provision of cash credit is little taken into account in the management of cotton sectors in French speaking African countries. Our study is the first to address the conditions and impacts of the informal provision of cash credit to cotton producers in that region. The study is based on the appraisal of a particular policy implemented in Benin, in 2012, to formally provide cash credit to cotton producers. It is focused on the center of Benin where the execution of the policy has attracted informal operators to join in, hence revealing the conditions on how they operated. Thanks to the collaboration of 537 cotton producers involved in 15 cooperatives, our study showed that very few farmers have escaped from the intervention of informal players operating at an interest rate that could exceed 200% per year. The amount to reimburse cash credit could reach if not exceed that for input credit, hence swallowing the monetary margin from cotton growing. The observed conditions of the cash credit by informal operators were capturing farmers into a trap of debt and poverty, to the benefit of hidden players and ignored by the cotton sector organization. The lack or the inaccuracy of formal provision of cash credit to cotton producers could mainly lead to pass the benefit of cotton cultivation to players of informal and usury credit. The recourse to cash credit by cotton producers should be further analyzed and integrated into the organization and management of cotton sectors in African countries.

Keywords: Short term credit, interest rate, production cost, marketing, Benin

INTRODUCTION

Le caractère de trappe de pauvreté du crédit informel paraît s'imposer avec la tragédie de plusieurs épisodes de suicide des paysans en Inde (Sadanandan, 2014), ces derniers ayant préféré l'issue fatale plutôt que de se voir dépossédés de leurs terres qu'ils avaient gagées pour obtenir les crédits auprès des usuriers (Posani, 2009). Cette tragédie a particulièrement touché les zones cotonnières du pays, au point que de nombreux observateurs en ont rendu responsable soit la culture de coton soit le recours aux variétés transgéniques, même si les premiers épisodes de suicide étaient antérieurs à l'utilisation de ces variétés (Visvanathan, 1998).

Il n'y a cependant pas de fatalité de la trappe de pauvreté associée au recours au crédit comme en témoignent les appréciations longtemps positives des filières cotonnières dans les pays de l'Afrique francophone. Le succès de ces filières était jugé fondé sur l'organisation de la fourniture des intrants à crédit de manière formelle (Lele et al., 1989), réaffirmé dans des analyses plus récentes (Poulton et al. 2004; Thériault et Tschirley, 2014).

En Afrique, l'accent mis sur l'accès aux intrants à crédit pour produire a fait négliger l'analyse des crédits de trésorerie, surtout dans les pays cotonniers de l'Afrique francophone. En Asie, les modalités d'usure des crédits informels, avec des taux d'intérêt approchant les 100%, ont été observées au Népal (Adams et al., 2003), mais ces crédits ne toucheraient qu'une partie des paysans, comme au Myanmar (Kaino, 2006). En Afrique, Defo (2005) a indiqué que les commerçants n'étaient pas les seuls à prêter de l'argent aux paysans. Le banquier ambulant ou garde-monnaie, observé au Bénin, Togo et au Cameroun, mais aussi au Ghana où il est appelé «Susu collector» (Quartey et al, 2012), et dont l'activité consiste en effet à collecter l'argent des paysans, à le garder et à le restituer au bout d'une période, moins une rémunération pour service rendu (donc taux d'intérêt de dépôt négatif), peut aussi prêter de l'argent dans des conditions moins cernées que pour les commerçants. Ces derniers consentent des crédits de courte durée aux personnes en situation de besoin urgent de liquidité (Defo, 2005) à des taux d'intérêt mensuel de 5 à 20% par mois (soit 60-240% par an). De tels taux élevés sont pratiqués aussi par les associations traditionnelles d'épargne et de crédit dans les zones rurales du Nigeria, mais seulement à l'endroit des emprunteurs qui n'en sont pas membres (Eboh, 2000).

Le présent article vise à cerner l'étendue, les modalités et l'incidence du recours au crédit informel de trésorerie sur la rentabilité de la culture cotonnière dans le cas du Bénin et dans un contexte particulier avec la mise en œuvre, en 2012, d'une mesure gouvernementale pour octroyer du crédit de trésorerie de manière formelle sans réussir à supprimer le crédit informel, bien au contraire.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

PRÉSENTATION DU CADRE D'ÉTUDE

L'étude a été réalisée dans le département des Collines au centre du Bénin où la production cotonnière a baissé depuis une dizaine d'années (Kpadé 2011).

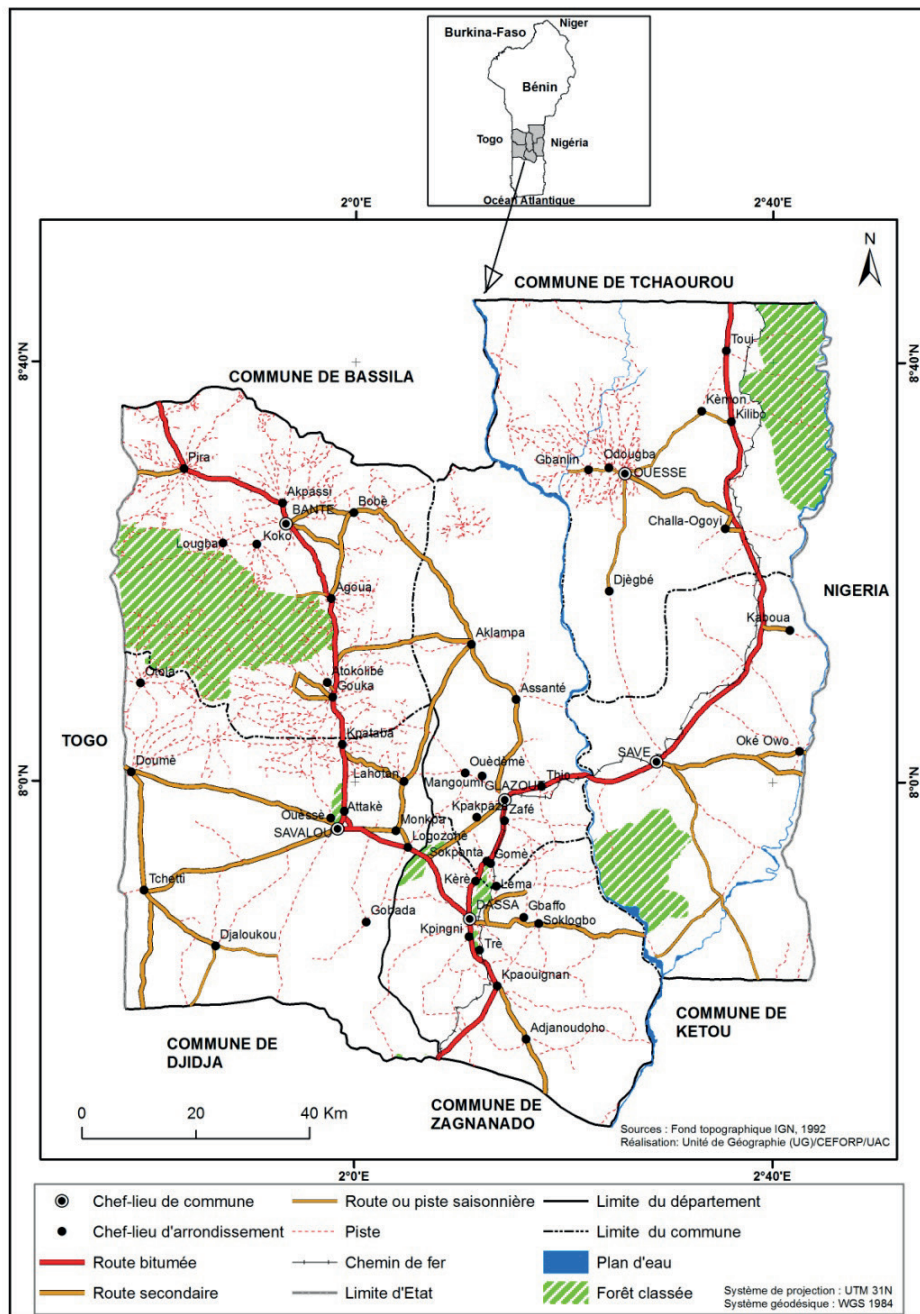


Figure 1: Secteur d'étude

CONTEXTE, DONNÉES ET LEUR TRAITEMENT

L'étude est réalisée dans un contexte particulier où la mesure gouvernementale d'octroi de crédit de trésorerie a été mise en œuvre par deux organismes formels et où des opérateurs informels s'y étaient engouffrés également.

Les matériaux mobilisés pour l'étude conduite proviennent des cahiers de tenue des crédits au niveau des Coopératives villageoises de producteurs de coton (CVPC) et de très nombreux entretiens avec les paysans dans les villages. L'étude a concerné trois des six Communes du Département des Collines, et réalisée dans 15 CVPC sur un total de 102. Les 15 CVPC ont été choisies pour représenter trois types de localités selon le degré de dominance d'autochtones et le degré d'éloignement des lieux d'origine des allochtones. Tous les producteurs de coton des 15 CVPC ont été intégrés dans l'étude, soit un nombre total de 537.

Les longs entretiens avec les paysans des CVPC étudiées, combinés à l'accès aux cahiers de crédit tenus par les CVPC, ont permis de comprendre les modalités d'octroi et de remboursement des crédits de trésorerie, et de reconstituer les données de crédit pour tous les paysans de l'étude, aussi bien pour les intrants obtenus auprès des sociétés cotonnières que pour les crédits de trésorerie. Ce gros travail de reconstitution des données a été complété par une enquête en un passage pour relever les éléments structurels relatifs aux chefs d'exploitations (âge, niveau d'éducation...), des familles concernées (nombre d'épouses, nombre de jeunes participants aux travaux dans les champs...) et des exploitations (surface totale cultivée, pratique de la culture attelée).

L'exploitation du contenu des cahiers des CVPC a été facile pour les crédits intrants, mais beaucoup moins pour le crédit de trésorerie. Pour ce dernier, il a fallu distinguer les crédits alloués par les deux opérateurs formels (cf. infra) et par les opérateurs informels. Dans le cas des opérateurs informels, le crédit octroyé à chaque paysan était indiqué seulement par la date d'obtention du crédit, le montant à rembourser et la date de remboursement effectif. Il a fallu s'entretenir avec chaque paysan, évoquer les reconnaissances de dettes qu'ils avaient signées, pour reconstituer les montants réels des crédits obtenus des opérateurs informels. Cette reconstitution détaillée était nécessaire pour déduire les taux d'intérêt effectivement appliqués par les prêteurs informels.

La rentabilité de la production de coton a été appréhendée par le ratio extrant/intrant et par deux indicateurs de marge financière. Il s'agit d'abord de la marge après remboursement des intrants (MARI) couramment utilisée dans les études portant sur la production cotonnière en Afrique francophone. Nous avons introduit en supplément la marge après le remboursement des intrants et des crédits hors intrants (MARICHI), ces derniers correspondant aux crédits de trésorerie.

Après une analyse descriptive des résultats pour indiquer la fréquence du recours au crédit informel, les montants représentés, les taux d'intérêt appliqués et l'incidence sur la rentabilité de la culture cotonnière, les facteurs influençant la demande de crédit de trésorerie ont été déterminés par régression logistique. Celle-ci a été conduite pour expliquer le recours au crédit d'une part et d'autre part le recours à un seul crédit versus le recours à plusieurs crédits. L'Annexe 1 présente les variables explicatives relevant de l'exploitation et de la pratique de la culture cotonnière, ainsi que les signes des effets attendus.

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

ACTEURS ET MODALITÉS DU CRÉDIT DE TRÉSORERIE

Modalités des opérateurs formels

L'engagement du crédit spécial dans le département des Collines a fait intervenir deux types d'organisation. L'organisation non gouvernementale CFAD (Centre pour la Formation et l'Appui au Développement) a été spécifiquement retenue pour la mise en œuvre en plus des Caisses Locales de Crédit Agricole Mutuel (CLCAM). Ces dernières étaient opérationnelles depuis 1987 pour octroyer aux commerçants des crédits sur 10 mois avec un taux d'intérêt de 20%, et une pénalité de retard de 10% par mois. Ce sont ces modalités qui se sont appliquées aux paysans cotonniers, avec seulement un ajustement de la période d'octroi de crédit. L'ONG CFAD, opérateur principal, s'est alignée sur ces mêmes modalités, avec cependant un taux d'intérêt moindre de 5% et sans application de la pénalité de retard.

L'accès aux crédits des CLCAM et du CFAD était très administratif, suivant des modalités peu adaptées au cas des paysans. Chaque producteur devait remplir et signer une fiche de demande de crédit spécifiant entre autres le chiffre d'affaires prévisionnel de la campagne. L'octroi du crédit demandé était conditionné notamment à l'avis motivé du comité de CVPC.

Fondamentalement, les procédures mises en œuvre par les organismes formels induisaient de fait l'adossement des crédits de trésorerie par les CVPC, et donc à la commercialisation du coton, sans cependant implication des sociétés cotonnières. Au paiement du coton commercialisé, la somme versée aux paysans était défalquée d'abord du prélèvement pour rembourser le crédit intrants aux sociétés cotonnières puis de celui pour rembourser les crédits de trésorerie inscrits dans les cahiers de crédit tenus par les CVPC.

Modalités des opérateurs informels

L'intervention des opérateurs informels était motivée aussi bien par la nécessité des paysans de se tourner vers eux que par l'intérêt ressenti par ces opérateurs d'y

répondre. Les besoins des paysans n'étaient pas couverts suffisamment par les opérateurs formels. Du côté des opérateurs de crédit informel, la sécurité de recouvrement des crédits octroyés leur était assurée par les modalités décrites.

La nature des opérateurs informels était très diverse, mais les conditions appliquées étaient les mêmes. Les commerçants n'étaient pas les seuls à intervenir, ils étaient complétés par des paysans un peu plus aisés et ayant des liquidités à prêter, des enseignants installés dans les zones rurales, des fonctionnaires ou leurs épouses mais aussi des associations de parents d'élèves. C'est une diversité d'intervenants que Defo (2005) avait déjà soulignée. Tous ces intervenants se sont alignés sur les taux d'intérêt de 50% pour un remboursement dans les six mois suivant l'octroi du crédit, et de 100% au-delà jusqu'à la limite de dix mois. Dans la réalité, le taux de 100% s'est appliqué de manière quasi exclusive du fait du retard du paiement du coton par les sociétés cotonnières.

Le caractère usuraire du crédit informel pouvait être renforcé par l'obligation pour les emprunteurs de s'engager dans la vente par anticipation (ou achat sur pied), mais à vil prix, des autres productions monétaires des paysans. Ainsi, «le soja sur pied» était cédé au prix de 3000 F CFA/bassine (de 30 à 32 kg) alors que le prix observé après la récolte était de 9000 F CFA/bassine. Le kilo de noix de cajou vendu à l'avance était cédé à 100 F CFA contre 300 à 350 F CFA à la période de la récolte. Ce sont des écarts de prix très nettement supérieurs à ceux rapportés au Ghana (Quartey *et al*, 2012)).

Coercition et trappe de pauvreté

En dépit de l'insertion du remboursement du crédit informel dans le paiement du coton-graine commercialisé, le recouvrement pouvait ne pas être total pour diverses raisons (aléas climatiques, maladie du paysan...) et donner lieu à coercition. Sur la base de la reconnaissance de dette produite par le prêteur (le plus souvent les commerçants), le paysan défaillant est convoqué à la gendarmerie, mis en détention, et libéré le plus souvent après que le paysan s'est engagé dans une nouvelle reconnaissance de dette pour rembourser le reliquat du prêt l'année suivante avec un taux d'intérêt de 100%. A titre d'illustration, un paysan qui aurait eu à rembourser 100 000 F CFA pour avoir contracté un crédit de 50 000 F CFA et qui n'en a remboursé que 60 000 F CFA, aura à signer un nouvel engagement de 80 000 F CFA pour rembourser la campagne suivante le reliquat de 40 000 F CFA. Sur deux campagnes, il aura payé 140 000 F CFA pour avoir contracté une dette de 50.000 F CFA. La complicité des forces de l'ordre dans la mise en œuvre de la coercition faisait peu de doute aux yeux des paysans.

La trappe de pauvreté était actionnée en cas de défaut dans le remboursement du crédit informel car un processus vicieux s'en trouvait enclenché. Le coût financier à

assumer pour le crédit d'une année N-1 n'affranchissait pas du besoin de s'engager dans un nouveau crédit pour produire du coton en année N, seule possibilité pour le paysan d'espérer les rentrées monétaires afin de s'acquitter de sa dette. Une telle possibilité, dans les conditions d'octroi du crédit induisant une faible rentabilité de la production du coton (cf. infra), pouvait s'avérer n'être qu'une illusion.

Etendue, impacts et facteurs du crédit informel

Crédit largement répandu et informel

Le nombre de crédits de trésorerie enregistrés dans les cahiers des CVPC a été supérieur au nombre de paysans suivis dans l'étude ($171 + 492 = 663$ crédits pour 537 paysans), indiquant que des paysans avaient eu recours à plus d'un crédit au cours de la campagne (Tableau 1).

Tableau 1 : *Caractéristiques des crédits de trésorerie*

	Opérateurs de crédit			
	Formels	Informels		
	CDC *	CDC *	CFC **	Total
Nombre de bénéficiaires	171	423	172	492
Nombre de crédits alloués	191	440	173	613
Valeur totale des crédits, CFA	13 096 600	32 962 000	12 934 250	45 896 250
Valeur moyenne d'un crédit, CFA	68 569	74 914	74 764	74 872
Valeur minimale d'un crédit, CFA	10 000	10 000	7 500	7 500
Valeur maximale d'un crédit, CFA	350 000	750 000	1 068 000	1 068 000
Valeur totale de remboursement, CFA	15 469 030	64 949 000	24 558 500	89 507 500
Taux d'intérêt moyen au remboursement, %	13,6	95,9	86,1	93,1
Durée moyenne de crédit, jours	333	326	156	278
Taux d'intérêt annuel moyen, %	14,9	107,3	202,1	134,1

* CDC = crédit de début de campagne (avant le 15 juillet) ; ** CFC = crédit de fin de campagne (après le 15 octobre)

Les crédits octroyés par les opérateurs informels ont représenté près des 3/4 du total de crédits enregistrés, en début ou en fin de cycle, alors que les opérateurs formels n'avaient fourni que des crédits en début de cycle.

En termes de valeur, le montant des crédits fournis par les acteurs informels a été plus de trois fois celui assuré par les deux entités formelles. Les montants moyens de crédit ont été similaires pour les deux types de crédit; formels et informels, mais les montants maximaux ont été plus élevés avec le crédit informel.

Au total, la valeur au remboursement du crédit informel a été bien supérieure à

celle du crédit formel (dans un rapport de près de 6 pour 1), en conséquence d'un volume de crédit plus élevé et du taux d'intérêt largement supérieur. Le paiement tardif du coton pour la campagne considérée, vers avril-mai 2013, a contribué à faire dépasser la durée de six mois pour bénéficier d'un taux d'intérêt plus faible.

Crédit usuraire des opérateurs informels

Pour ce qui concerne le crédit alloué par les deux entités formelles, le taux moyen d'intérêt au remboursement a été de 13,6% ce qui paraît raisonnable dans le contexte des pays africains mais celui du crédit informel a été bien illustratif du crédit usuraire (93,1%). Ce taux, très proche de 100% indique que rares étaient les paysans capables de rembourser dans les six mois suivant l'obtention du crédit auprès des opérateurs du crédit informel.

Le caractère usuraire extrême a été encore plus flagrant en considérant la durée effective du crédit, inférieure à l'année, surtout s'agissant du crédit informel (278 versus 333 jours pour le crédit formel). Le taux d'intérêt annuel du crédit informel a été ainsi de près de dix fois celui du crédit formel (134,1 vs 14,9%).

Le caractère usuraire extrême a été encore plus marqué avec les crédits alloués en fin de campagne exclusivement assurés par les opérateurs informels et qui ont été remboursés à la même période que les crédits de début de saison agricole, après le paiement du coton. Rapportés à l'année, les taux d'intérêt ont été respectivement de 107,3% et 202,1% pour les crédits de début et de fin de campagne alloués par les acteurs informels. Ce sont des taux qui sont au moins égaux ou supérieurs à ceux identifiés en Asie (Barslund et Tarp 2008; Kaino 2006), mais avec des écarts de taux entre les opérateurs formels et informels nettement plus élevés (Bell 1990; Barslund et Tarp 2008). Les niveaux que nous avons calculés permettent de comprendre pourquoi les microcrédits, distribués avec un taux médian d'intérêt d'environ 30% dans les pays au sud du Sahara (Rosenberg et al., 2009), ont été perçus positivement par les bénéficiaires. Nous saisissons aussi l'incidence négative des retards de paiement, liés aux dysfonctionnements ou aux difficultés financières des filières cotonnières, sur le bilan économique des paysans cotonniers lorsqu'ils doivent obtenir des crédits tardifs.

Recours non généralisé, mais presque

Bien que le nombre de crédits de trésorerie ait dépassé le nombre de paysans suivis dans l'étude, nous avons observé une minorité de 27 paysans suivis (5%) qui n'y a pas recouru (Tableau 2). Pour la majorité des paysans recourant au crédit de trésorerie, ils se répartissaient à peu près à égalité à prendre un seul crédit ou à en prendre plus d'un. Il convient de noter que le nombre limité des paysans sans crédit n'empêche pas l'application des modèles d'analyse quantitative mais il réduit la puissance des tests statistiques (c'est-à-dire la capacité à atteindre le seuil de signification sta-

tistique des tests). Par contre, si la signification statistique est néanmoins observée, c'est que les effets correspondants sont bien réels.

Tableau 2 : *Crédits et rentabilité cotonnière selon le nombre de crédit de trésorerie*

		Nombre de crédits de trésorerie			Valeur p
		0	1	>1	
1	Nombre d'exploitations	27	282	228	
2	Crédits contractés, CFA/ha				
3	Crédit/remboursement des intrants	112225 a	91406 c	96667 b	0.001
4	Engrais	45568	44122	41862	0.059
5	dont engrais complexe	33914 a	33701 a	30986 a	0.009
6	Pesticides	66658 a	47285 c	54805 b	< 0,0001
7	dont insecticides	61010 a	44309 c	50357 b	0.000
8	Crédit et remboursement du crédit de trésorerie				
9	Montant du crédit de trésorerie		45 499	123138 ***	< 0,0001
10	Remboursement du crédit de trésorerie		85 587	219806 ***	< 0,0001
11	Montant moyen d'un crédit de trésorerie		45 499	55 468	0.160
12	Performance de la production cotonnière				
13	Rendement, kg/ha	1167	989	997	0,154
14	Valeur du coton produit	303384	257046	259339	0.154
15	Marge après remboursement des intrants	191159	165640	162671	0.442
16	Marge après remboursement des crédits intrants et de trésorerie	191159 a	80052 a	-57135 b	< 0,0001

Notes : Valeur p du test de Fisher ; Les moyennes associées à des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5% dans les comparaisons 2 à 2 par le test de Newman-Keuls.

Le manque de puissance des tests statistiques ne permet d'indiquer que la capacité de la minorité de paysans à ne pas recourir au crédit de trésorerie procédait de différences dans les caractéristiques du chef d'exploitation, de sa famille, de son exploitation ou de sa culture cotonnière, même si les signes des effets correspondaient aux anticipations. En dépit de la faible puissance évoquée, les résultats montrent que les paysans sans crédit de trésorerie se distinguaient par un niveau de crédit intrants (Tableau 2, ligne 3), et donc potentiellement un niveau d'utilisation des intrants, supérieur à celui des paysans qui ont dû y recourir. Cette différence provenait essentiellement de l'utilisation des insecticides (ligne 7), pour induire un rendement arithmétiquement plus élevé (ligne 13). Pour les paysans ayant obtenu plus d'un crédit, le montant du crédit obtenu a été près de trois fois celui des paysans à crédit unique (ligne 10), tout comme le montant à rembourser (ligne 11), alors que le montant moyen d'un crédit était similaire (ligne 12)

Crédit de trésorerie, facteur principal de production

A l'hectare de coton cultivé, la valeur des crédits de trésorerie a été inférieure à celle du crédit intrants, du moins pour les paysans n'ayant recouru qu'à un seul crédit de trésorerie. Par contre, en remboursement, compte tenu du niveau élevé de taux d'intérêt, la valeur a été égale à celle pour payer les crédits intrants (Tableau 2, lignes 3, 9 et 10) pour les paysans à un seul crédit de trésorerie, et plus du double pour les paysans à crédits multiples de trésorerie.

Pour l'ensemble des paysans enquêtés, la valeur du remboursement des crédits de trésorerie (104,8 millions CFA) a été supérieure à celle des intrants fournis à crédits (97,3 millions CFA), même en comptant les paysans qui n'avaient pas pris de crédit de trésorerie. Autrement dit, les intrants fournis à crédit n'ont pas été la principale source de ponction dans le revenu lors de la commercialisation du coton-graine.

L'hypothèse que le crédit de trésorerie sert, au moins en partie, à payer la main-d'œuvre temporaire est soutenue par les résultats de la régression logistique (Tableau 3). Les résultats sont présentés seulement pour cerner les facteurs influençant le recours à un seul crédit versus le recours à plusieurs crédits, cas avec signification statistique. Tous les effets positifs attendus, indiqués par les signes des coefficients, sont confirmés mais pas toujours statistiquement significatifs en raison de la faible puissance des tests pour la raison déjà évoquée. C'est cependant le cas pour le facteur de compétence (liée à la formation en alphabétisation fonctionnelle) ainsi que pour les facteurs réduisant la contrainte en main-d'œuvre au sein de l'exploitation tels qu'une plus grande participation des jeunes aux travaux des champs ou le recours à l'herbicide. L'incidence négative du nombre d'épouses va aussi dans le même sens du fait des soins à accorder aux enfants en bas âge et qui peuvent réduire potentiellement leur présence dans les champs des maris.

Tableau 3 : Régression logistique sur le recours des paysans au crédit de trésorerie

Variables explicatives	Var. dépendante : Recours à un seul crédit (vs plusieurs)	
	Coef. b (std dev)	
Caractéristiques de l'exploitation		
Âge du chef d'exploitation	0,088	(0,080)
Nombre d'années à l'école du chef d'exploitation	-0,064	(0,068)
Avoir bénéficié d'une alphabétisation fonctionnelle	0,181**	(0,068)
Nombre d'épouses	-0,147*	(0,064)
Nombre de jeunes participants aux travaux des champs	0,154*	(0,063)
Nombre d'ouvriers agricoles	0,073	(0,079)

Variables explicatives	Var. dépendante : Recours à un seul crédit (vs plusieurs)	
	Coef. b (std dev)	
Superficie totale cultivée, ha	-0,135	(0,093)
Pratique la culture attelée	-0,063	(0,062)
Pratiques dans la culture du coton		
Nombre d'année de culture du coton	0,082	(0,081)
Utilisation de l'herbicide	0,230***	(0,056)
-2 Log(Vraisemblance)		
Khi2=37,799		37,799
Pr>Khi2		<0,0001

Note : *, **, *** marquent la signification statistique aux seuils de probabilité de 95, 99 et 99,9%

Rentabilité faible et trappe de pauvreté

Entre les paysans ayant recouru ou pas au crédit de trésorerie, le ratio extrant/intrant et la marge après remboursement des intrants ont été similaires (Tableau 4). Par contre, la valeur après remboursement des crédits intrants et de trésorerie, a été en moyenne quasi nulle (18721 FCFA ou 28,5 €/ha) pour les paysans ayant recouru au crédit de trésorerie, très nettement inférieure aux autres. Pour ces paysans à crédit de trésorerie, ce dernier a été remboursé pratiquement en totalité par ce qui restait après le remboursement des intrants.

La distribution des paysans selon le niveau atteint de MARICHI montre que près de 40% des paysans ayant recouru au crédit de trésorerie ont souffert d'une marge négative, soit près de six fois la proportion observée avec les paysans sans crédit de trésorerie. On peut subodorer que ces paysans à marge négative ont dû engager d'autres sources que le coton (comme la vente sur pied du soja ou de cajou) pour rembourser le crédit de trésorerie ou négocier un rééchelonnement du crédit, s'engageant ainsi dans la trappe de pauvreté.

Tableau 4 : Performance comparée des paysans recourant ou pas au crédit de trésorerie

		Paysans et crédit de trésorerie		p values
		Avec	Sans	
1	Nombre de paysans	510	27	
2	Surface cotonnière, ha	1,9	1,7	0,412
3	Rendement, kg/ha	992	1 167	0,055
4	Crédit-remboursement intrants, CFA/ha	93758**	112 226	0,002
5	dont insecticide, CFA/ha	47013**	61 010	0,004
6	Ratio extrant/intrants	2,9	2,8	0,652

		Paysans et crédit de trésorerie		p values
		Avec	Sans	
7	MARI ¹ , CFA/ha	164 312	191 159	0,215
8	MARICHI ² , CFA/ha	18721**	191 159	0,006
9	Distribution des paysans selon la MARICHI ² , %			
10	Marichi négative	39,8 ***	7,4	< 0,0001
11	Marichi/coût des intrants <1	21	22,2	0,884
12	Marichi/coût des intrants = 1 à 2	22,5	29,6	0,429
13	Marichi/coût des intrants >2	16,7**	40,7	0,012

¹ MARI = Marge après remboursement des intrants ; ² MARICHI = Marge après remboursement des intrants et hors intrants (trésorerie)

CONCLUSION

Notre étude réalisée dans le département des Collines, au centre du Bénin, est la première à appréhender les modalités du crédit de trésorerie obtenu de manière informelle par les paysans producteurs de coton. L'étude a été possible à partir d'une initiative d'octroi de crédit formel de trésorerie qui a attiré les opérateurs informels à intervenir et à révéler leurs pratiques.

En situation d'insuffisance de crédit formel de trésorerie, le recours au crédit informel a été quasi généralisé dans des conditions usuraires extrêmes. Le taux d'intérêt appliqué dépasse les 100% sur une base annuelle, et même les 200% pour les crédits alloués en fin de campagne.

Dans les conditions observées d'usure du crédit informel de trésorerie, le remboursement de ce type de crédit a été le principal facteur de production au champ du coton, et fort coûteux. Il en découle que les paysans concernés ont cultivé le coton essentiellement pour le profit des usuriers dont la place dans la filière est jusqu'à maintenant occultée.

Bien que les résultats de l'initiative d'octroyer de manière formelle du crédit de trésorerie soient insuffisants, les conditions mises en évidence du crédit informel soulignent l'importance cruciale d'un crédit formel. Mais ce dernier doit être octroyé de manière efficace, ajusté pour répondre aux besoins des paysans en termes de timing et de volume.

L'étude a porté sur le Bénin, sur une région particulière du pays et dans un contexte particulier, il convient d'aborder le sujet du crédit de trésorerie des paysans dans d'autres régions et pays. C'est ainsi qu'on pourra cerner dans quelle mesure les opérateurs de crédit informels ont été les grands gagnants des politiques cotonnières des pays concernés, souvent exécutées avec appui extérieur.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADAMS, JOHN, HANS-PETER BRUNNER, AND FRANK RAYMOND. 2003. "Interactions of Informal and Formal Agents in South Asian Rural Credit Markets." *Review of Development Economics* 7 (3): 431–44.
- DEFO, T. (2005). *L'impact des circuits financiers informels et semiformels dans la mobilisation de l'épargne et le financement du développement: cas de l'Afrique francophone*. *African Development Review*, 9(1), 234–270. doi:10.1787/010624746507
- KAINO, TOMOKO. 2006. "Rural Credit Markets in Myanmar: A Study of Formal and Non-Formal Lenders." *Asian Journal of Agriculture and Development* 4 (1): 1–15.
- KPADÉ, PATRICE. 2011. "Adaptation de la coordination et nouvelles contradictions entre acteurs du système coton au Bénin face à la libéralisation économique." *Ecole Doctorale LISIT 491*. Dijon (France): Université de Bourgogne.
- LELE, U, N VAN DE WALLE, AND M GBETIBOUO. 1989. "Cotton in Africa : An Analysis of Differences in Performances." Washington: MADLA The World Bank.
- POSANI, B. (2009). *Crisis in the countryside: farmers' suicide and the political economy of agrarian distress in India* (No. 09-95). London.
- POULTON, COLIN, PETER GIBBON, BENJAMINE HANYANI-MLAMBO, JONATHAN KYDD, WILBALD MARO, MARIANNE NYLANDSTED LARSEN, AFONSO OSORIO, DAVID TSCHIRLEY, AND BALLARD ZULU. 2004. "Competition and Coordination in Liberalized African Cotton Market Systems." *World Development* 23 (3): 519–36.
- QUARTEY, P., UDRY, C., AL-HASSAN, S., & SESHIE, H. (2012). *Agricultural financing and credit constraints : the role of middlemen in marketing and credit outcomes in Ghana* (No. 12/0160). Institute of Statistical, Social and Economic Research.
- ROSENBERG, RICHARD, ADRIAN GONZALEZ, AND SUSHMA NARAIN. 2009. *The New Moneylenders: Are the Poor Being Exploited by High Microcredit Interest Rates?*. 15. Occasional Paper. Washington DC.
- SADANANDAN, A. (2014). *Political economy of suicide: Financial reforms, credit crunches and farmer suicides in India*. *The Journal of Developing Areas*, 48(4), 287–307.
- THÉRLAULT, V, & TSCHIRLEY, D. L. (2014). *How institutions mediate the impact of cash cropping on food crop intensification: An application to cotton in Sub-Saharan Africa*. *World Development*, 64, 298–310. doi:10.1016/j.worlddev.2014.06.014
- VISVANATHAN, S. (1998). *The sadness of cotton*. *Economic and Political Weekly*, 33(7), 323–324.

IMPACTS DE L'ÉVOLUTION DES FACTEURS DE PRODUCTION SUR L'ÉCONOMIE DES EXPLOITATIONS AGRICOLES EN ZONE COTONNIÈRE AU MALI : CAS DES VILLAGES DE BÉGUÉNÉ ET DE KARO.

KÉÏTA Aichata, Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier (CI-HEAM-IAMM)

LE BARS Marjorie, Institut de Recherche pour le Développement IRD-UMR GRED

HAVARD Michel, CIRAD UMR Innovation

DLARRA Mamadou, Institut de Recherche pour le Développement IRD-UMR GRED

Auteur correspondant : KÉÏTA Aichata, keitaichata@yahoo.fr

RÉSUMÉ

Au Mali, l'Etat a prévu de doubler la production de coton en cinq ans à l'aide, entre autres, des subventions aux intrants. Pour cela, notre objectif général est de chercher à améliorer les performances économiques et la durabilité des exploitations agricoles familiales (EAF) par la sécurisation et la diversification de leurs revenus. Notre étude vise à : i) identifier et caractériser la diversité de la structure, du fonctionnement et des revenus des EAF, et ii) évaluer l'évolution des revenus des EAF liée à la variation du prix et des superficies en coton et à la suppression des subventions aux intrants. L'étude porte sur 65 EAF du village de Béguéné (ancien bassin cotonnier) et 56 EAF du village de Karo (nouvelle zone cotonnière à l'Ouest du pays). Une typologie des EAF basée sur la superficie cultivée, la part du coton et des céréales dans l'assolement, les équipements de traction animale, les effectifs de bovins, la superficie cultivée/actif, le nombre d'Unité de Bétail Tropical/ha a permis d'identifier et de caractériser cinq types d'EAF à Béguéné et 3 types à Karo. Les simulations réalisées sur les données des EAF à partir du logiciel Olympe montrent que les subventions aux intrants améliorent le revenu net total réel des EAF. Sans ces subventions, le coût d'opportunité de l'emploi agricole décroît pour 1/3 des EAF, ce qui questionne l'attractivité du travail agricole pour les jeunes. Un scénario avec des assolements sans coton est préjudiciable aux performances économiques des EAF modestes (superficies et revenus plus faibles). Ces résultats montrent l'intérêt des simulations d'évolution des performances de divers types d'EAF en faisant varier des facteurs de production.

Mots clés : Coton, Mali, typologie, exploitation agricole familiale, simulation.

ABSTRACT

Keywords: Cotton, Mali, typology, family farms, simulation.

INTRODUCTION

Au Mali, le coton ou « or blanc » joue un rôle clé dans l'économie malienne (RuralStruc-Mali2, 2009). Cultivé par plus de 300 000 exploitations agricoles familiales (EAF) dans les zones Mali-Sud et de Kita, il fournit des revenus à 1/3 de la population malienne (Banque Mondiale, 2011). Selon les années, la filière cotonnière contribue pour 5 à 8% au PIB et 30 à 45% des recettes d'exportation (Samaké *et al.*, 2008). Mais le système a montré ses limites en termes de gouvernance de la filière, de productivité agricole, de niveau de revenu des EAF et de lutte contre la pauvreté (Droy *et al.*, 2012).

Jusque dans les années 2000, la spécialisation des EAF dans la production cotonnière était recherchée. Depuis, un processus d'intensification et de diversification des systèmes de production est à la base des stratégies d'adaptation des EAF (Ouloguem *et al.*, 2008). En effet, l'extension des surfaces et les gains de productivité du travail liés à la diffusion des équipements agricoles à traction animale, et des intrants, indispensables pour faire face à la croissance démographique, ont atteint leurs limites (Poccard-Chapuis *et al.*, 2007).

Les EAF sont inscrites avant tout dans une logique de sécurité alimentaire où la production de céréales est autoconsommée. Elles cultivent du coton pour avoir accès à la fertilisation minérale subventionnée et à l'information technique avec les sociétés cotonnières (Bélières *et al.*, 2011). Les EAF vendent leurs productions de céréales en cas d'extrême nécessité, sauf s'il y a un surplus structurel qui contribue alors significativement et durablement au revenu agricole moyen annuel (Sidibé *et al.*, 2007). Tant que l'accès à la fertilisation subventionnée est lié à la culture du coton, il serait illusoire de penser que les EAF abandonneraient le coton au profit d'une autre culture.

Cette évolution questionne la durabilité des systèmes de production à base de coton dans un contexte de prix au producteur incertain, et plus particulièrement qu'est-ce qui se passerait si les subventions aux engrais sont supprimées, et si les prix du coton évoluent à la baisse ?

Cet article présente les résultats des travaux menés sur les EAF du village de Béguéné (Cercle de Bla) et du village de Karo (cercle de Kita). Dans ces deux zones, la culture de coton se développe différemment. Sur la base d'une typologie commune des EAF dans les deux villages, cet article compare la place du coton dans les stratégies des EAF et sa contribution à leurs revenus. Puis, il évalue l'évolution des revenus des types d'EAF liée à la variation des superficies en coton, et à la suppression des subventions aux intrants.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

La démarche retenue repose sur quatre étapes :

OBTENTION DES DONNÉES DE BASE

A Béguéné, l'analyse a porté sur les données des enquêtes exhaustives réalisées en 2014 concernant les structures, le fonctionnement et les performances de 65 EAF et des enquêtes complémentaires effectuées en 2015 sur le fonctionnement de 10 EAF se rapprochant le plus de la moyenne des variables caractéristiques des EAF. A Karo, l'analyse a porté sur les données de la campagne agricole de 2016-2017 collectées à l'aide d'une enquête auprès de 56 EAF du village en 2017.

Le traitement des données de ces différentes enquêtes a été fait sur les logiciels Excel, ACCESS et SPSS (Social Package for Social Sciences).

ELABORATION D'UNE TYPOLOGIE DES EXPLOITATIONS AGRICOLES

L'analyse des données d'enquêtes a permis de déterminer la structure des ménages et de la production, l'occupation des terres cultivées, l'utilisation de la production vivrière et les sources de revenus agricoles. Elle a conduit à l'établissement d'une typologie des EAF.

Deux méthodes ont été combinées : l'Analyse en Composante Principale (ACP) et les dires d'experts. 11 variables discriminantes ont été retenues à partir des données de Béguéné: le nombre de bœufs de labour, UBT_cumul (le nombre total d'Unité Bétail Tropical (UBT)), le nombre de multiculteurs, le nombre de semoirs, le total d'actifs, la surface agricole utile (SAU) cultivée/actif, la part de la SAU cultivée en coton, la part de la SAU cultivée en céréales, la SAU cultivée, le nombre de charrettes, le ratio UBT/SAU cultivée.

A Karo, nous avons considéré les mêmes variables discriminantes que celles de Béguéné et avons retenu la part de la SAU cultivée en arachide.

L'analyse des données a permis de retenir 5 types d'EAF pour Béguéné, et trois types d'EAF pour Karo.

ANALYSES ÉCONOMIQUES SUR LES DONNÉES DES EAF

Les analyses économiques sur les données des EAF sont réalisées avec les indicateurs suivants :

- Le produit brut culture (PB) = somme des valeurs des produits ;
- La marge brute culture (MBV) : Produit brut - charges opérationnelles (consommations intermédiaires) ;
- La marge nette culture (MNV) = MB – les autres charges (liées à : la main

- d'œuvre + location de matériel + la valeur monétaire des charges payées en nature + les crédits campagne (avance sur la récolte...) + l'achat de petits outillages et piles pour les pulvérisateurs) ;
- la marge nette élevage (MNE) = Somme des ventes des produits d'élevage – toutes les charges (liées à la vaccination, l'achat d'aliments, de vitamines, et produits vétérinaires, à la rémunération de la main d'œuvre) ;
 - le revenu = somme des marges nettes – les achats d'animaux + les revenus issus d'autres activités agricoles comme (la vente de charbon de bois, de la vente de produits ligneux non forestiers) ;
 - Le revenu non agricole = revenus issus d'activités non agricoles comme le commerce, les salaires, l'artisanat, le « maraboutage », les transferts des migrants... ;
 - Le revenu net total = revenu agricole + revenu non agricole ;
 - Revenu net agricole moyen (RNA) ; Le RNA prend en compte les charges de structures et les autres charges opérationnelles ;
 - Marge nette moyenne : somme marge nette de l'ensemble des EAF / nombre de EAF.

CONSTRUCTION D'UN MODÈLE DE SIMULATION AGRO-ÉCONOMIQUE REPRÉSENTANT LES EXPLOITATIONS AGRICOLES DE BÉGUÉNÉ ET DE KARO

Le logiciel Olympe (<http://www.olympe-project.net/>) a été utilisé pour l'analyse technico-économique des revenus des EAF. Il permet de (i) définir des systèmes de cultures, d'élevage et d'activité et des systèmes de productions ; (ii) modéliser des systèmes d'exploitations pour identifier les sources de revenus et les coûts de production (Le Bars *et al.*, 2008 ; Penot, 2011), (iii) réaliser une analyse prospective sur un pas de temps suffisamment long (10 ans et plus) afin de mesurer les effets des variations de prix ou de productions sur le revenu des EAF.

Pour la modélisation nous avons défini :

- à Béguéné, cinq EAF réelles représentatives des 5 types identifiés et suivies par le volet R/D du PASE II ;
- à Karo, trois EAF moyennes représentant les trois types identifiés.

SIMULATION DE SCÉNARIOS AVEC LE LOGICIEL OLYMPE

Nous avons simulé des variations des superficies cultivées par spéculation pour déterminer un assolement permettant d'améliorer la disponibilité céréalière et des revenus pour les EAF

Quatre scénarios d'évolution des EAF ont été testés :

Scénario 1 : A partir de l'assolement initial nous avons fait varier les superficies en coton, en maïs et en mil. Nous avons simulé ensemble une hausse de la surface en coton et une baisse des surfaces en céréales. Pour Béguéné, nous avons simulé un doublement des superficies en coton et une baisse de 50% des superficies en céréales. Pour Karo, nous avons simulé une hausse de 20% des superficies en coton qui se traduit par une baisse de 20% des surfaces en céréales.

Scénario 2 : Suppression des subventions partielles sur les engrais. Les simulations ont porté sur la rentabilité du coton sans les subventions.

Scénario 3 : Baisse de 50% de la surface en coton et suppression des subventions sur les engrais.

Scénario 4 : Amélioration de la viabilité et de la résilience des EAF les plus pauvres à Béguéné (EAF de type « polyculture/Cheptel/non équipée ») et à Karo (EAF de type « céréalière/peu de cheptel »).

PRÉSENTATION DES DEUX VILLAGES : BÉGUÉNÉ ET KARO

Le village de Béguéné se situe dans le cercle de Bla (région de Ségou) et celui de Karo dans le cercle de Kita (région de Kayes) (Figure 1).

Ces deux villages ont des caractéristiques similaires (superficie, nombre d'habitants, etc.) excepté le climat (Tableau 1). A Béguéné, il est de type sahélien avec une pluviométrie annuelle de 700 mm/an (IER, 2015). A Karo, Le climat est pré guinéen avec une pluviométrie annuelle de 1 000 à 1 500 mm d'eau.

A Béguéné, 40% de la main d'œuvre (MO) agricole familiale a moins de 15 ans. 31% des EAF ont recours à la MO extérieure, principalement pour les travaux d'entretien et de récolte du coton. Les EAF possèdent des équipements de traction animale. A Karo, le niveau d'équipement est faible.

A Béguéné, la production céréalière du village garantit une disponibilité céréalière moyenne de 367 kg/habitant/an à comparer aux 336 kg/habitant/an pour l'ensemble du pays. Le ratio quantité autoconsommée de céréales est de 211 kg/habitants/an, légèrement supérieur à la norme définie par la FAO pour le Mali (202 kg/habitant/an). A Karo, la production céréalière du village garantit une disponibilité céréalière moyenne de 218 kg/habitant/an, essentiellement autoconsommée. A Béguéné, plus de 70% de la surface agricole cultivée est en céréales alors qu'à Karo c'est seulement 40%. Ceci explique les écarts de disponibilités céréalières entre les 2 villages. Aussi, Karo est situé dans l'ancienne zone arachidière, 35% de la surface cultivée est en arachide encore aujourd'hui malgré l'introduction du coton.

Source : Recensement Administratif à Vocation d'Etat Civil (RAVEC), 2012

Dans les villages de niveau 1, toutes les activités du volet recherche-développement sont mises en place (enquêtes, suivis, expérimentations, etc.), alors que dans ceux de niveau 2, les activités d'enquêtes et de suivi sont identiques à celles du niveau 1, les dispositifs expérimentaux sont mis en place à partir de la seconde année, et sur moins d'innovations.

Béguéné se caractérise par un système de production à base de céréales et de coton alors que Karo a un système de production à base d'arachide, de céréales et de coton. Les rendements moyens pour le mil et le coton sont quasiment identiques à Béguéné et Karo (Tableau 2).

Tableau 2. Superficies et rendements moyens des cultures à Béguéné (2013) et à Karo (2016)

Culture	Béguéné*			Karo**		
	Superficie (ha)	Rendement (T/ha)	% de la SAU cultivée	Superficie (ha)	Rendement (T/ha)	% de la SAU cultivée
Coton	1,7	0,9	16	1,3	1	25
Maïs	1,2	1,7	11	0,6	1,2	11
Mil	4,8	1	44	1,3	0,9	25
Sorgho	1,8	0,8	17	0	0	
Arachide	0,8	0,5	7	1,8	0,8	35
Niébé	0,5	0,4	5	0,2	0,2	4
Total	10,8		100	5,2		100

Légende : SAU. Surface agricole utile

Source : * Keita, 2015 ; ** JEAI, 2017

RÉSULTATS

REVENUS AGRICOLES DES EAF

A Béguéné et à Karo les revenus agricoles représentent respectivement 92% et 95% de l'ensemble de leurs revenus (Tableau 3). Les ménages agricoles de Béguéné et de Karo sont en dessous du seuil de pauvreté fixé par la Banque Mondiale.

Tableau 3. Bilan économique des EAF de Béguéné et de Karo.

			Béguéné	Karo
			60%	19%
	Produit Brut Culture (PBC)		27,3%	54%
				35%
Cultures	Marge nette moyenne (Fcfa/an/EAF)		1 172 011	746 310

			Béguéné	Karo
	Part engrais sur charges opérationnelles		78,3%	39%
	Part pesticides sur charges opérationnelles		ND	38%
	Produit Brut Elevage (PBE)	Ventes bovins (% PBE)	43,7%	ND
Elevage		Ventes caprins/ovins (%PBE)	51%	ND
	Marge nette moyenne (Fcfa/an/EAF)		465 793	1 336 691
	Part aliment bétail sur total charges		72%	43%
Autres activités	Revenu PFNL (Fcfa/an/EAF)		29 731	ND
	Revenu miel, orpaillage, chasse (Fcfa/an/EAF)			25 754
	Agricole net moyen (Fcfa/an/EAF)		1 568 105	2 119 132
		Part des cultures (% RNA	70%	35,4%
		Part de l'élevage (% RNA)	28%	63,4%
		Part autres activités agricoles (% RNA)	2%	1,2%
Revenu		En Fcfa/actif/an	111 122	194 545
		En Fcfa/actif/jour	304	533
		En Fcfa/membre EAF/an	76 083	ND
		En Fcfa/membre EAF/jour	208	ND
	Non agricole		143 177	ND
		Part transfert migrants	37,4%	ND

Légende. PBC. Produit Brut Culture ; PBE. Produit Brut Elevage ; PFNL. Produit Forestier Non Ligneux ; EAF. Exploitation Agricole Familiale ; ND. Non déterminé ; RNA. Revenu Net Moyen Agricole.

TYPLOGIE DES EAF

Les 11 variables discriminantes sont : les bœufs de labour, UBT_cumul (le nombre total d'UBT), multiculteurs, total semoirs, total actifs, SAU cultivée/actif, part SAU cultivée en coton, part SAU cultivée en céréales, SAU cultivée, charrettes, UBT/SAU cultivée

Pour Béguéné, la typologie réalisée à partir de l'ACP a mis en exergue quatre composantes expliquant 78 % de la diversité des EAF :

- l'« Equipement et la main d'œuvre », constitués du nombre d'actifs, du nombre d'équipement agricole (semoirs et charrettes) et des bœufs de labour, explique 28,3% de la variabilité des EAF ;
- l'« élevage », constitué principalement du nombre d'UBT, du ratio UBT_cumul/SAU cultivée, du nombre de bœufs de labour, explique 22,3% de la variabilité des EAF ;
- Le « foncier », constitué de la SAU cultivée et de la SAU cultivée/actif, explique 14,2% de la variabilité des EAF ;
- La « culture de rente », représentée par la part de la SAU cultivée en coton,

explique 12,9% de la variabilité des EAF. La corrélation négative observée entre la part du coton et des céréales renseigne sur la diversité des systèmes de production.

Compte tenu de l'analyse, les EAF peuvent être regroupées en cinq classes :

- Type 1, « polyculture/petit cheptel » : correspond à une EAF à système de culture coton-céréales, peu équipées disposant d'une importante main d'œuvre familiale, d'un petit cheptel et de revenus faibles. (Figure 2 et Figure 4).
- Type 2, « polyculture/Cheptel » : correspond à une EAF à système de polyculture avec peu de main d'œuvre agricole et bien équipée en traction animale. Ces EAF ont su développer des techniques culturales performantes.
- Type 3, « céréalière/peu de cheptel » : correspond à une EAF céréalière, cultivant pas ou peu de coton, possédant peu de cheptel et peu d'équipements. Les transferts des migrants représentent près de 13,2% du revenu net de l'EAF.
- Type 4, « polyculture/Cheptel/non équipée » correspond à une EAF à système de polyculture disposant d'animaux et peu équipée. Ces EAF louent le matériel agricole d'autres EAF. Leurs revenus sont les plus faibles avec une part importante des ventes des produits d'élevage.
- Type 5, « polyculture/élevage » correspond à une EAF en polyculture élevage avec un cheptel important, dont les bovins partent en transhumance. Ces EAF disposent d'une importante main d'œuvre. Ces EAF sont les plus nanties, leurs marges nettes pour l'élevage dépassent 1,5 millions Fcfa.

Tableau 4. *Typologie avec 11 variables discriminantes et 5 types principaux à Bégoué*

Type	Intitulé du type d'exploitation	% EAF	coton (% SAU)	céréales (% SAU)	ha par actif	UBT par Ha	Revenu Agricole Net Total (*) Fcfa/actif/an
T1 (16)	EAF coton-céréales, disposant d'une importante main d'œuvre et d'un petit cheptel	24,6	18,2	64,3	0,7	0,9	35 837
T2 (2)	EAF de polyculture avec peu de main d'œuvre agricole et très équipée	3,1	11,7	57,4	4,3	0,5	569 717
T3 (11)	EAF céréalière, et disposant de peu de cheptel	16,9	1,2	85,8	0,8	0,8	122 472
T4 (29)	EAF de polyculture disposant d'animaux et moins bien équipée	44,6	15,8	65	0,7	0,9	35 658
T5 (7)	EAF polyculture élevage, cheptel important	10,8	15	64,2	0,9	2,6	130 130

Légende : (*) Exploitations types enquêtées lors des enquêtes complémentaires

A Karo, en tenant compte de la typologie précédente sur Béguéné, 3 types d'EAF ont été retenus (Tableau 5) :

- Les EAF de type 2 sont les plus représentées (41%). Ces EAF disposent de 64% du cheptel total du village, et sont bien équipées. Leur marge nette de l'élevage est élevée (Figure 3).
- Les EAF de type 3 représentent 35% des EAF. La marge nette de l'élevage représente 40% de la marge totale. Le revenu/actif/an est le plus bas des trois types représentés à Karo, et est légèrement supérieur à celui des EAF de type 3 de Béguéné.
- Les EAF de type 4 représentent environ 12% des EAF du village. Elles cultivent davantage de céréales que les autres types. Leur marge nette de l'élevage est importante.

Tableau 5. *Typologie des EAF à Karo*

Type	Intitulé du type d'exploitation	EAF (%)	coton (% SAU)	céréales(% SAU)	ha par actif	UBT par Ha	RNA moyen- Fcfa/actif/an (*)
T2 (23)	EAF de polyculture avec peu de main d'œuvre agricole et bien équipée en traction animale	41	44,1	29,3	0,71	1,16	203 593
T3 (21)	EAF céréalière, et disposant de peu de cheptel	37,5	47,8	29,4	0,67	0,36	151 108
T4 (12)	EAF de polyculture disposant d'animaux et moins bien équipée	21,5	40,6	36,11	0,72	1,34	233 112

Légende. SAU. Surface Agricole Utile ; EAF. Exploitation Agricole Familiale ; UBT. Unité de Bétail Tropical ; RNA. Revenu Net Agricole.

SIMULATIONS ÉCONOMIQUES

Scénario 1 : Hausse de la superficie de la sole cotonnière et diminution des surfaces céréalières toute chose égale par ailleurs.

Les hausses de la superficie de la sole cotonnière ont été déduites des superficies cultivées en mil. Ce scénario montre (i) à Béguéné, l'impact d'une augmentation de 100% des superficies en coton sur les performances économiques et la sécurité alimentaire des EAF. (ii) à Karo, l'impact d'une augmentation de 20% de la superficie de la sole cotonnière.

Pour Béguéné, les résultats de la simulation mettent en exergue une hausse du re-

venu net total réel pour tous les types d'EAF, à l'exception des EAF de type 2. Ce scénario a pour conséquence la baisse de la disponibilité céréalière pour tous les types. Cependant à l'exception des EAF les plus pauvres (type 4), la disponibilité céréalière/an/membre reste supérieure à la norme FAO pour le Mali de 202 kg/habitant/an (Tableau 5). Si une hausse de la sole cotonnière a un impact positif sur le revenu net total réel de près de 97% des EAF ; elle entraîne cependant une dépréciation de la valorisation de la journée de travail par Unité de Travail Humain (UTH) familiale pour les EAF T2 et T5 (respectivement des baisses de 7,6% et de 27,5%) qui ont les SAU les plus importantes en coton ; quant aux EAF T1, T3 et T4, la valorisation de la journée de travail par UTH s'améliore.

Pour Karo, une variation de 20% de la sole cotonnière impacte positivement le revenu net total réel des EAF de type 2 et celui des EAF de type 3. Cette augmentation de la surface en coton a un impact légèrement négatif sur le revenu net total réel des EAF de type 4 (Tableau 6). On observe une baisse de la disponibilité alimentaire pour les types 2 et 3, mais celle-ci reste supérieure à la norme FAO pour le Mali (Tableau 6).

Ce scénario implique également une hausse du temps de travail, mais surtout attire l'attention sur l'importance d'adapter les stratégies de développement en zone cotonnière par type d'EAF. Accompagner uniformément toutes les EAF pourrait s'avérer peu efficace et peu efficient.

Tableau 6. *Impact d'une hausse de la superficie de la sole cotonnière de 100% à Béguéné et de 20% à Karo, imputée à la sole en mil, sur les revenus nets réels et la disponibilité alimentaire des EAF*

Type EAF	Béguéné			Karo		
	% variation RNT_réel (%)	variation disponibilité alimentaire (%/membre EAF)	Disponibilité céréalière Kg/membre EAF/an après la simulation	% variation RNT_réel (%)	variation disponibilité alimentaire (%/membre EAF)	Disponibilité céréalière Kg/membre EAF/an après la simulation
T1	64,1%	-10,8%	469,4			
T2	-6,4%	-10%	1308,6	27,3%	-24,7%	480,1
T3	12,1%	-22,4%	276,6	0,9%	-25,4%	454,8
T4	26,6%	-12,2%	169,1	-0,2%	34,0%	612,5
T5	5,5%	-14%	476,5			

Légende. RNT. Revenu net total ; EAF. Exploitation Agricole Familiale

Scénario 2 : Suppression des subventions partielles sur les engrais.

A Béguéné, ce scénario abaisse le revenu net total réel de plus 1/3 pour près de 80% des EAF (Tableau 7), principalement celles de types 1, 4 et 5. Les EAF du type 3

sont les moins affectées. Pour les EAF ayant une main d'œuvre importante, la valorisation de la journée de travail devient inférieure à la rémunération moyenne d'une journée de travail agricole (1000 Fcfa). Celle pour une Unité de Travail Humain du type T1 passe de 1033 à 973 Fcfa/jour et pour le type T5 de 1123 à 996 Fcfa/jour.

A Karo, ce scénario a un effet positif sur les EAF de type 2 (augmentation de 28% du RNT). Le RNT baisse de 8,5 % pour les EAF de Type 4, et de 12,6% pour les EAF de Type 3. Ces dernières sont plus vulnérables car elles ont peu de cheptel et la part des cultures dans le revenu est largement supérieure à la part de l'élevage (Tableau 7).

A Béguéné, une hausse des prix des engrais minéraux fragilise davantage les EAF modestes et peu équipées (EAF de type T4), et leur ratio d'intensification (*Total charges opérationnelles/marge brute*) passe de 23% à 50%, seuil au-delà duquel toute hausse des charges opérationnelles peut affecter la situation financière des EAF. A Karo, le ratio d'intensification varie de 26 à 33% pour les EAF de Type 2, de 26 à 37% pour les EAF de type 4, et de 36 à 57% pour les EAF de type 3.

Ces ratios calculés mettent en lumière l'importance des subventions partielles aux engrais pour la rentabilité de la culture cotonnière principalement pour les EAF modestes.

Tableau 7. Comparaison des résultats du scénario 2 sur la variation des revenus par rapport à la situation initiale pour les types d'EAF de Béguéné et Karo

Type EAF	% variation RNT_réel à Béguéné	% variation RNT_réel à Karo
T1	-40,7%	
T2	-11,1%	28%
T3	-4,6%	-12,6%
T4	-39,1%	-8,5%
T5	-32,1%	

Scénario 3 : Baisse de 50% la superficie de la sole cotonnière et suppression des subventions sur les engrais.

La baisse de la superficie de la sole cotonnière a été affectée aux superficies cultivées en mil.

A Béguéné, l'analyse des performances économiques met en exergue une chute des RNT réels de 63% des EAF du type T1, de respectivement 54% et 32% pour les EAF des types T4 et T5, avec une réduction moindre des RNT réels pour les EAF des types T2 et T3. L'intérêt principal de cette simulation demeure un accroissement de la disponibilité céréalière par membre par EAF (Tableau 8).

A Karo, ce scénario montre une chute des RNT réels des EAF des types T3 et T4 (Tableau 8). Seules les EAF du type T2 ont une augmentation importante du RNT (+23%) malgré la baisse de 50% des surfaces en coton.

Ces simulations mettent en exergue que ce sont les EAF ayant de faibles revenus qui ne peuvent pas réduire leurs superficies cultivées en coton, au risque de dégrader davantage leur situation économique.

Tableau 8. Résultats du scénario 3 sur la variation des revenus et des disponibilités alimentaires des EAF à Béguéné et à Karo

Type EAF	Béguéné			Karo		
	variation RNT_ réel (%)	Disp. Cér. (kg/habitant/an)	variation disp. Cér. (%/membre EAF)	variation RNT_ réel (%)	Disp. Cér. (kg/habitant/an)	variation disp. Cér. (%/membre EAF)
T1	-63%	554	5,3%			
T2	-6%	1523	4,8%	23%	1775	40%
T3	-6%	396	11,2%	-19%	698	14%
T4	-54%	204	5,7%	-13%	1080	50%
T5	-32%	593	7%			

Légende : Disp. Cér. Disponibilité Alimentaire ; RNT. Revenu Net Total ; EAF. Exploitation agricole familiale.

Scénario 4 : Amélioration de la viabilité et de la résilience des EAF les plus pauvres

Ces EAF sont celles à système de polyculture disposant d'animaux et peu équipées de type T4 à Béguéné, et des EAF céréalières possédant peu d'animaux et peu d'équipement de type T3 à Karo.

A Béguéné, les simulations sur Olympe pour déterminer un assolement garantissant l'amélioration du revenu net total réel, du retour sur investissement, de la disponibilité alimentaire des EA à faible revenu, montrent qu'il faut garantir au moins 20% de la SAU cultivée en coton et 47% en mil, toute chose égale par ailleurs. Une augmentation de 20% de la SAU cultivée, avec 50% de la surface en coton et environ 15% de la surface en mil pour les EAF de type 4 (les plus vulnérables), garantit une hausse du revenu net total réel de 51,5%, et permet de satisfaire les besoins en céréales par membre de l'EA. La disponibilité céréalière passe de 193 kg à 208 kg/an/habitant. La principale contrainte à ce scénario est le manque d'équipement. Le ratio superficie cultivée/UTH familiale varie de 0,85 à 1,02 ; et le ratio paire de bœufs de labour/superficie cultivées augmente de 33%.

A Karo, pour que les EAF de type 3 puissent satisfaire leurs besoins en céréales, une augmentation d'environ 15% de la SAU cultivée en mil serait suffisante.

DISCUSSIONS

L'agriculture demeure la première activité génératrice de revenus à Béguéné et à Karo. Le commerce, l'artisanat, la migration, représentent les principales opportu-

nités de revenus non agricoles pour ces 2 villages à l'exception de la migration pour le village de Karo (Dembélé *et al.*, 2017). Le manque de main d'œuvre se ressent pour la récolte du coton, ce qui fait écho au point abordé ci-dessus sur l'équipement agricole, et accentue la nécessité d'équiper les EAF en traction attelée (semoirs, matériels de sarclage et buttage) (Stuhrenberg, 2015).

Les EAF peu équipées en traction animale affichent les résultats économiques les plus faibles. Le manque d'équipement et la pression foncière limitent le nombre d'hectares mis en culture. Or depuis 2005, la CMDT n'octroie plus de crédits pour l'équipement.

L'intégration agriculture-élevage, est un moyen d'améliorer les performances économiques des EAF à court terme (meilleure productivité) et à long terme (fertilité des sols et durabilité de l'activité agricole) (De Ridder *et al.*, 2015). Les EAF à Béguéné et à Karo pratiquent l'intégration agriculture-élevage. Les EAF (de type T5 à Béguéné et de types 2 et 4 à Karo) ayant un important cheptel affichent également les revenus agricoles les plus élevés. De plus, l'élevage permet de garantir et de sécuriser les revenus. En effet, certaines EAF (de type T4 à Béguéné) tirent près de 55% de leurs revenus nets des ventes des produits d'élevage.

La simulation de la suppression de la subvention sur les prix des engrais minéraux, montre que la subvention contribue à l'amélioration des revenus nets totaux réels des EAF leur permettant de satisfaire d'autres besoins. Or, avec la modification des modèles de consommation en milieu rural et l'accroissement des dépenses monétaires, une baisse des revenus nets totaux réels est fortement préjudiciable à l'amélioration des conditions de vie et au maintien de la jeunesse en milieu rural. De plus, sans les subventions sur les engrais toute chose égale par ailleurs, la viabilité sociale et économique de l'agriculture serait fortement ébranlée pour près de 35% des EAF.

CONCLUSION

Les deux villages (Béguéné et Karo) et leurs EAF ont des caractéristiques différentes, tant concernant les activités agricoles, que non agricoles. Béguéné se trouvant dans une zone saturée foncièrement et plus sèche n'est pas véritablement un village « cotonnier » avec une prédominance affichée de la culture du mil et des stratégies clairement orientées vers l'autosuffisance alimentaire et la diversification par l'élevage. Karo dispose encore de terres pour l'extension des superficies cultivées, et est dans une zone plus humide. Le coton, les céréales, l'arachide et l'élevage dominent les activités agricoles.

L'analyse de la diversité des EAF à Béguéné et Karo, basée sur la superficie cultivée, la part du coton et des céréales dans l'assolement, le niveau d'équipement en matériel de traction animale, les effectifs des bovins et des performances (Superficie cultivée/actif ; UBT/ha), a permis d'identifier et de caractériser cinq types d'EAF

à Béguéné et 3 types d'EAF à Karo.

Les simulations montrent que les subventions des engrais minéraux améliorent le revenu net total réel des EAF et contribuent à la productivité des systèmes de culture. Sans subventions des engrais, le coût d'opportunité de l'emploi agricole décroît pour 1/3 des EAF, ce qui questionne l'attractivité du travail agricole pour les jeunes. Un scénario avec des assolements sans coton est préjudiciable aux performances économiques des EAF modestes (superficies et revenus plus faibles). L'amélioration de la résilience et de la sécurité alimentaire de ces EAF passe par une hausse des superficies cultivées avec au moins 20% de coton tout en maintenant les subventions des engrais. Les subventions contribuent aux viabilités économique et sociale des EAF. L'intensification est actuellement principalement conditionnée par l'accès à cette fertilisation minérale subventionnée.

Le logiciel Olympe n'est pas un modèle « complexe » qui permettra de définir des lois plus générales sur les exploitations agricoles. Il est donc important de contextualiser l'information produite en tenant compte des critères historiques, sociaux, politiques et culturels qui peuvent jouer un rôle important sur la prise de décision des agriculteurs et sur les stratégies mises en œuvre.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BANQUE MONDIALE, 2015, <http://www.banquemondiale.org/fr/news/>
- BÉLIÈRES J-F, TRAORÉ B., SOUMARÉ M. ET HILHORST T., 2011, « Quelles évolutions des systèmes de production céréaliers au Mali ? », *Grain de sel*, n° 54-56, p.18-20.
- DEMBELE B., BETT H.K., MUTAI M., LE BARS M., 2017, "Dynamics and adaptation of agricultural farming systems in the boost of cotton cropping in Southern Mali", *African journal for agricultural research*, Volume 12, n° 18, p. 1552-1569.
- DE RIDDER N., SANOGO O. M., RUFINO M. C., VAN KEULEN H., GILLER K. E., 2015, "Milk: the new white gold? Milk production options for smallholder farmers in Southern Mali", *Animal*, Volume9, n°7, p. 1-9.
- DROY I., BÉLIÈRES J-F. ET BIDOU J.E., 2012, « Entre Crise et rebond : Questions autour de la durabilité des systèmes de production cotonniers au Mali », *European Journal of development research*, tome 3, n°24, p. 491-508.
- IER, 2015, Carte des villages d'intervention du projet PASE II, Sotuba, Bamako, Mali
- JEAI JEUNE EQUIPE ASSOCIÉE À L'IRD (JEAI AMSAM4) : <https://www.ird.fr/les-partenariats/renforcement-des-capacites/des-programmes-specifiques/jeunes-equipes-associees-a-l-ird-jeai/jeai-en-cours-de-soutien-par-departement-scientifique/departement-societes-et-mondialisation-soc/jeai-amsama-mali-2016-2019>
- KEITA A., 2015, *Analyse des déterminants des stratégies d'adaptation des exploitations agricoles en zone cotonnière au Mali. Cas d'étude : Bégouadougou*. Master 2 Gestion Agricole et Territoires. CIHEAM (Centre International de Hautes études Agronomiques Méditerranéennes), Université Paul-Valéry Montpellier, France.
- LE BARS M., LE GRUSSE P., 2008, Use of a decision support system and a simulation game to help collective decision-making in water management, *Computers and electronics in agriculture* , n° 62, p. 182-189.
- OUOLOGUEM B., POCCARD R., COULIBALY D., CORNIAUX C. ET AL., 2008, Production, commercialisation et consommation de produits laitiers en zones péri-urbaines du Mali. Rapport final du projet « Recherche de mode de gestion du troupeau pour une exploitation économique et durable des bovins laitiers dans les zones péri-urbaines du Mali ». Programme Bovins, IER, p. 75
- PENOT E., 2011, *Exploitations agricoles, stratégies paysannes et politiques publiques : Les apports du modèle Olympe*. Versailles (France), Editions Quae. p. 336.
- POCCARD-CHAPUIS R., COULIBALY D., BENGALI M., COULIBALY J. ET AL. 2007, *Activité 3 : Analyse affinée des pratiques et des stratégies paysannes*. Programme d'Amélioration des Systèmes d'Exploitation en zones cotonnières du Mali (PASE), Rapport de recherche, Bamako, IER, p. 199.
- RURALSTRUC-MALI2, 2009, Transformations rurales et développement : les défis du changement structurel dans un monde globalisé. Montreuil (France) : AFD/Banque Mondiale, 270 p.
- SAMAKÉ A., BÉLIÈRES J.-F., ET AL. (2008). Changements structurels des économies rurales dans la mondialisation. Programme RuralStruc Mali - Phase II. Bamako. IER/ CIRAD/MSU Banque Mondiale/Coopération française/FIDA.464 p
- SIDIBÉ M., BÉLIÈRES J.-F. ET COULIBALY J., 2007, Gestion des stocks et de la trésorerie dans les exploitations agricoles familiales de la zone cotonnière : pratiques et contraintes, IER/CIRAD/IPR Katibougou, Bamako, 80 p.
- STUHRENBERG F., 2015, « Jeunes ruraux en Afrique de l'Ouest : quelles réalités et perspectives ? », *Bulletin de synthèse souveraineté alimentaire, Inter-réseaux, SOS Oxfam*, n°17, 8p

EFFETS DE L'INTRODUCTION DU TRACTEUR SUR LES PRATIQUES AGRICOLES EN ZONE COTONNIÈRE AU BURKINA FASO

SANOU Florentin, CIRDES, Bobo Dioulasso, Burkina Faso.

HAVARD Michel, CIRAD, UMR Innovation, Montpellier.

*COULIBALY Kalifa, Institut de Développement rural, Université Nazi Boni,
Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.*

*NANA Seni, Union Nationale des Producteurs de Coton du Burkina Faso,
Suivi-évaluation, Bobo Dioulasso, Burkina Faso.*

Auteur correspondant : SANOU Florentin, sanouflorentin10@yahoo.fr

RÉSUMÉ

En 2014, 300 producteurs ont bénéficié du programme « motorisation » de l'Union Nationale des Producteurs de Coton du Burkina Faso. Les critères de choix des bénéficiaires ont ciblé les plus grandes exploitations agricoles familiales (EAF) cotonnières. Cette étude analyse les effets de la motorisation sur les pratiques agricoles des bénéficiaires dans la région des Hauts Bassins, où ont été enquêtées 60 EAF. Les tracteurs, introduits dans les EAF, se sont substitués à la traction animale et à la main d'œuvre pour les préparations du sol avec un accroissement des superficies cultivées, mais n'ont pas entraîné de changement de pratiques. Les producteurs ont utilisé le tracteur pour réaliser des prestations de service (travail du sol, égrenage du maïs, transport d'intrants et de fumure organique). La traction animale et la main d'œuvre sont réservées aux labours des terres mal dessouchées, aux semis, sarclages et buttages, techniques difficiles à motoriser dans les conditions actuelles de travail. Pour rendre viable et durable l'utilisation du tracteur dans les EAF, il y a lieu de : i) promouvoir des techniques pour étaler la période favorable au travail du sol, favoriser l'agriculture de conservation et l'aménagement des terres, ii) mécaniser les semis, l'entretien des cultures et les récoltes en procédant à des changements dans les EAF pour adapter les systèmes de production aux machines. Un des principaux freins aux changements de pratiques dans les EAF est l'aménagement et le remembrement des terres, dans lesquels l'Etat a un rôle déterminant à jouer.

Mots clés : motorisation, traction animale, préparation des sols, exploitation agricole familiale, Burkina Faso.

ABSTRACT

In 2014, 300 producers benefited from the “motorization” program of the National Union of Cotton Producers of Burkina Faso. The most determinant criterion for selecting beneficiaries was “having a large family farm (FF) for cotton growing. This study analyzes the effects of motorization on the agricultural practices of beneficiaries in the Hauts Bassins region, where 60 FF were surveyed. Tractors introduced into FF replaced animal traction and labor for soil preparation with an increase in area under cultivation, but did not result in a change in practices. Producers also used the tractor to provide services (tillage, maize ginning, transport of inputs and organic manure). Animal traction and labor are reserved for plowing evil dessouchees land, sowing, weeding and hilling, techniques that are difficult to motorize under current working conditions. To make the use of the tractor in the FF viable and sustainable, there is a need to: (i) promote techniques to extend the tillage season, promote conservation agriculture and land management, (ii) mechanize planting, crop maintenance and harvesting by making changes in FF to adapt production systems to machinery. One of the main obstacles to change in practices in the FF is the question of land regrouping, on which the Government has a decisive role to play.

Key words : motorization; animal traction; soil preparation; family farm; Burkina Faso.

INTRODUCTION

Au Burkina Faso, le secteur agricole emploie 85 % de la population active et contribue à hauteur de 31 % du produit intérieur brut (PIB) (IPE, 2011). L'agriculture est confrontée à diverses contraintes : changement climatique, exode rural, manque de main d'œuvre pour certains travaux agricoles, faible productivité agricole, baisse de la fertilité des sols liée surtout à la pression anthropique sur le foncier, croissance démographique forte, réduction des jachères et passage à la culture continue (Pieri, 1989 ; Dakouo, 1991 ; Coulibaly et al., 2009). Accroître la productivité de l'agriculture est un défi majeur pour le développement et le progrès économique du pays (Ouédraogo, 2012), et une nécessité face à la pression démographique et à la croissance de la population urbaine (CIRAD-GRET, 2002). En outre, l'amélioration de la productivité du travail des agriculteurs est déterminante pour augmenter la production afin de satisfaire les besoins des populations dans un environnement international marqué par une instabilité des prix des produits importés (Side, 2013). Le développement de la mécanisation agricole à travers l'amélioration des préparations du sol et l'emploi d'engrais minéraux peut contribuer à l'accroissement de la production agricole (CIRAD-GRET, 2002).

Mais pour l'opinion publique et certains spécialistes du développement, la motorisation agricole représente un facteur de destruction du capital sol (Seone, 1999), un risque pour l'emploi rural et un luxe pour la majorité des pays d'Afrique sub-saharienne (ASS). Cependant, les « émeutes de la faim » en 2008 ont amené de nombreux gouvernements d'ASS à mettre en avant la modernisation de leur agriculture, dont un des éléments est la mécanisation et surtout la motorisation (Side et Havard, 2015). Cette dernière apparaît comme une des sources d'énergie appropriées pour : i) augmenter la production par l'extension des superficies, l'amélioration des rendements, le respect des dates d'intervention et la mise en valeur des terres inexploitées (Ouédraogo, 2012), ii) faciliter la réalisation d'opérations exigeantes en énergie (travaux du sol), iii) améliorer les performances des opérations demandant de la technicité (semis et sarclages), iv) valoriser le travail humain libéré à des tâches moins pénibles et plus productives (Side et Havard, 2015).

Au Burkina Faso, le secteur cotonnier touche 25 % de la population du pays, et contribue entre 55 à 70 % aux recettes d'exportation (Hauchart, 2005). Ces cinquante dernières années, il a bénéficié de l'appui de partenaires techniques et financiers nationaux et internationaux pour l'équipement des EAF cotonnières. Plus de 70% de ces dernières ont adopté la traction animale, et moins de 10% la motorisation, car les programmes d'appui à la motorisation individuelle des EAF cotonnières ont échoué (Side, 2013). Dans les années 70-80, la Société burkinabé des fibres et textiles (SOFITEX) a introduit plus de 400 tracteurs Bouyer TE (28 ch) (Tersiguel, 1995). De 1994 à 2000 plusieurs programmes de l'Etat se sont succédés : 225 tracteurs

indiens (40 et 60 ch), 25 tracteurs lybiens, 50 tracteurs indiens Hindustan (30 ch), 45 tracteurs chinois Agrimex (Barro, 2015). En 2008, le projet de développement de la mécanisation agricole et de soutien au secteur hydraulique, fruit de la coopération entre le Burkina Faso et l'Inde (Team 9), a été mis en œuvre : 700 tracteurs Farmtrac (40, 50 et 60 ch). Dans tous ces programmes les équipements étaient essentiellement des outils de travail du sol à disques et des remorques. Le tracteur est donc surtout utilisé pour le travail du sol (pseudo labour au covercrop ou labour à la charrue à disques) en substitution à la traction animale et à l'énergie humaine et pour le transport. Il permet de réaliser plus vite le travail du sol, mais il est peu utilisé car la période favorable au travail du sol est inférieure à 3 mois/an. Et les EAF n'ont pas changé leurs pratiques avec l'introduction du tracteur.

En 2014, l'Union Nationale des Producteurs de Coton du Burkina (UNPCB) a mis en place un programme « motorisation » pour les producteurs de coton (300 tracteurs et leurs accessoires) dont les bénéficiaires devaient cultiver plus de 40 ha, dont plus de 15 ha de coton, posséder au moins deux attelages avec des équipements complets, adhérer depuis plus de 3 ans à une coopérative de producteurs de coton, apporter 10 % du montant des équipements. La mise en œuvre de ce programme repose la question de l'utilisation des tracteurs par les producteurs et des changements de pratiques dans les EAF motorisées comparativement aux programmes antérieurs. Dans le cadre de ce programme « motorisation », cette étude analyse les effets de l'introduction du tracteur sur les pratiques agricoles des EAF cotonnières. L'hypothèse étant que l'introduction du tracteur dans ces EAF favorise l'extension des superficies et la précocité des semis, mais ne change pas les pratiques agricoles car le tracteur ne se substitue pas aux animaux de trait et aux hommes pour la réalisation des travaux agricoles.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

SITES D'ÉTUDE

L'étude a été réalisée dans la région des Hauts-Bassins à l'Ouest du Burkina Faso (Carte 1) (MAH, 2011). La pluviométrie annuelle (900 à 1200 mm) est favorable à la culture des céréales, des légumineuses, du coton, etc. Le climat est marqué par une saison humide (6 à 7 mois de mai à octobre/novembre) et une saison sèche (5 à 6 mois de novembre/décembre à avril) (MAH, 2011). Cette région a été choisie parce qu'elle compte 129 des 300 bénéficiaires du programme « motorisation » de l'UNPCB qui a bénéficié d'une exonération de la taxe à la valeur ajoutée (TVA) accordée par l'Etat soit 20 % du montant des équipements.

Les sols de la zone cotonnière sont peu évolués, ferrugineux et ferralitiques (bonne valeur agricole), hydromorphes à pseudo-gley (chimiquement riches), et gravillonnaires (faible valeur agricole). Ils ne répondent plus à la fumure minérale en dessous

d'un taux de matière organique de 0,6 % (Berger *et al.*, 1987). Ils ont une faible teneur en matière organique et en bases échangeables, ce qui les rend fragiles et facilement dégradables par un travail continu du sol réalisé dans de mauvaises conditions (matériels agricoles inappropriés et mal utilisés).



Source : Direction Régionale de l'Economie et du Développement des Hauts Bassins, 2003

Carte 1 : Carte administrative de la région des Hauts Bassins

Choix des exploitations agricoles de l'échantillon

Les producteurs ont été classés suivant la puissance des tracteurs et les chaînes d'équipement (charrue, pulvérisateur, semoir, sarcler et remorque). Puis 60 d'entre eux ont été choisis de manière raisonnée pour avoir toutes les chaînes d'équipement : i) celles acquises par un ou deux producteurs ont été toutes retenues ; ii) pour les autres, des combinaisons ont été faites pour avoir 50 % des producteurs de l'échantillon avec la charrue à disques et 50 % le pulvérisateur (Tableau I).

Tableau I : L'échantillon des exploitations agricoles enquêtées

Puissance des tracteurs	Chaines d'équipement	Population mère	Nombre retenu	% de la population mère
40 CH (28)	40 CH+PUL	46	13	30
	40 CH+CHAR	23	11	48
	40 CH+CHAR+Rem5'T2R	1	1	100
	40 CH+PUL+Sem+Sarcl	1	1	100
	40 CH+CHAR+Sem	1	1	100
	40 CH+PUL+Rem5'T4R	1	1	100

Puissance des tracteurs	Chaines d'équipement	Population mère	Nombre retenu	% de la population mère
50 CH (23)	50 CH+PUL	19	9	48
	50 CH+CHAR	17	9	50
	50 CH+PUL+Rem5T4R	2	2	100
	50 CH+CHAR+Rem5T4R	1	1	100
	50 CH+CHAR+Sem	1	1	100
	50 CH+CHAR+Rem5T2R	1	1	100
60 CH (8)	60 CH+PUL	8	4	50
	60 CH+CHAR	6	4	70
80 CH (1)	80 CH+CHAR+Rem10T+-Sarcl+Sem	1	1	100
Total		129	60	

Légende : CH=chevaux ; CHAR=charrue ; PUL=pulvérisateur ; REM=remorque ; T=tonne ; R=roue ; Sarcl=sarcler ; SEM=semoir

Source : UNPCB

Collecte des données

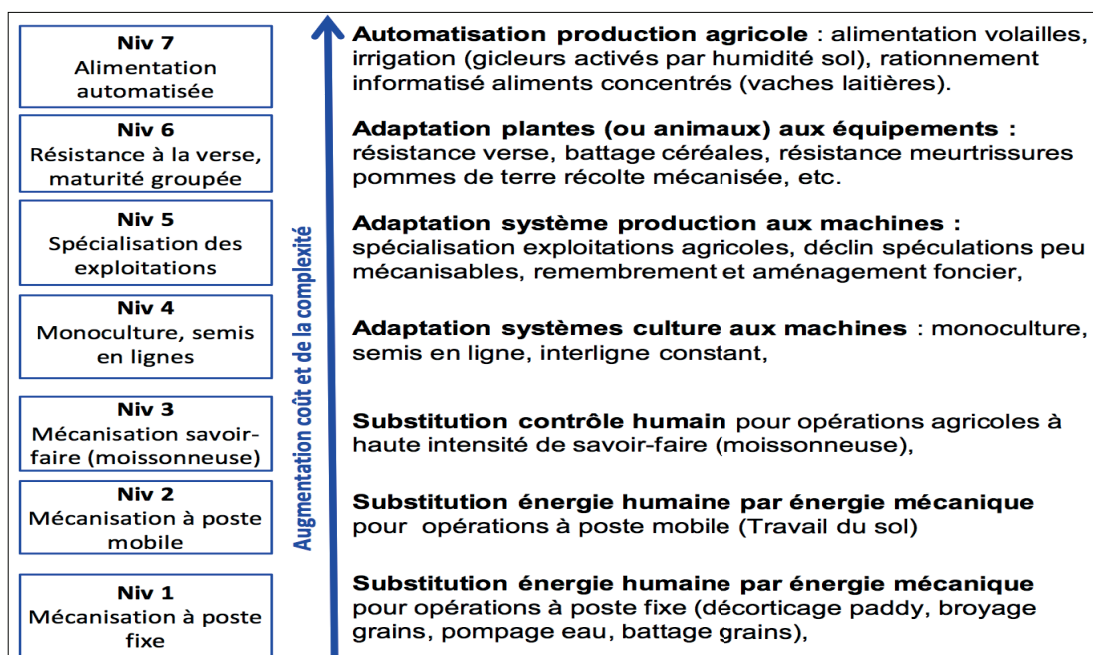
Une enquête exploratoire auprès des agents des unions départementales des producteurs de coton (UDPC) a permis d'identifier le nombre et les types de tracteurs et les villages de l'échantillon. Les producteurs ont été enquêtés à l'aide d'un questionnaire en trois parties :

- les données de structure de l'EAF : i) identification du producteur (âge, nombre d'actifs, etc.) ; ii) superficie et type de cultures en 2013, 2014, et 2015, iii) équipements et infrastructures ; iv) effectifs et types d'élevage ;
- les itinéraires techniques pour chaque parcelle : date, types de travaux, type de mécanisation, main d'œuvre, observations ;
- l'utilisation et la place de la motorisation dans l'EAF : i) perception par le producteur des effets de la mécanisation (motorisation) des préparations du sol sur les sols, le travail au sein de l'EAF et la production agricole ; ii) les raisons de l'utilisation des différents types d'outils et de préparation des sols selon les parcelles et les cultures.

Traitement et analyse des données

Les données qualitatives ont été analysées manuellement. Celles quantitatives ont été saisies sous Access, et les statistiques descriptives (moyenne, minimum, maximum, ratios) ont été réalisées sous Excel. Selon la FAO, sept niveaux de mécanisation peuvent être distingués (Figure 1), de la substitution du travail ou du contrôle

humain par l'énergie mécanique (niveaux 1 à 3), à l'adaptation des systèmes de culture et de production et des plantes aux machines (niveaux 4 à 6), et à l'automatisation (niveau 7). Au Burkina Faso, les EAF mécanisées (traction animale, motorisation) sont surtout aux niveaux 1, 2, et au niveau 3 (semis et sarclage traction animale), et rarement au niveau 4 (spécialisation système de culture maïs/coton en motorisation). L'analyse permettra de voir si cette catégorisation a changé avec le programme UNPCB.



Source : Rijk, 1989

Figure 1 : Trajectoires de mécanisation des exploitations agricoles

RÉSULTATS

Quelques caractéristiques des exploitations agricoles motorisées

Sur les 60 producteurs de l'étude, 58 sont des autochtones, et deux des migrants. La majorité des EAF du programme UNPCB possède un seul tracteur, mais certaines possédaient d'autres équipements : charrues à socs, égreneuses, batteuses à riz (Tableau II).

Tableau 2 : Taux d'équipement des exploitations agricoles en matériels motorisés

Matériels	Proportion d'EAF (%)	Proportion d'EAF achat sur fonds propre (%)	Nombre Moyen par EAF	Nombre par EAF possédant le matériel		
				Moyenne	Min	Max
Tracteur	100	5	1,02	1,02	1	2
Charrue à disques	57	7	0,62	1,09	1	2

Matériels	Proportion d'EAF (%)	Proportion d'EAF achat sur fonds propre (%)	Nombre Moyen par EAF	Nombre par EAF possédant le matériel		
				Moyenne	Min	Max
Pulvériseur	82	32	0,88	1,08	1	2
Remorque	93	83	1,05	1,13	1	2
Semoir	8,3	3,3	0,08	1	1	1
Sarcler	3,3	0	0,03	1	1	1
Charrue à socs	8	8	0,08	1	1	1
Egreneuse	62	62	0,68	1,11	1	2
Batteuse à riz	1,6	1,6	0,016	1	1	1

Source : Enquête 2015-2016

Légende : En gras, les types de matériels du programme UNPCB

Plus l'EAF possède un tracteur de puissance élevée plus sa population est grande (Tableau III), sa superficie cultivée importante, et sa spécialisation coton/maïs marquée (Tableau IV). Les exploitations motorisées développent aussi les prestations de service avec le tracteur.

Tableau 3 : *Population moyenne par exploitation selon la puissance des tracteurs*

	Non actifs		Actifs		Total actifs	Population totale
	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes		
40 CH	5,0	3,9	3,5	5,7	9,2	18,1
50 CH	5,0	4,8	3,6	5,7	9,3	19,1
60 CH	5,0	5,6	5,7	6,6	12,3	22,9
80 CH	7,0	9,0	12,0	10,0	22,0	38,0
Moyenne	5,5	5,8	6,2	7	13,2	24,5

Source : Enquêtes 2015/2016

Les non actifs sont en majorité les enfants scolarisés. Pendant les vacances, ils peuvent garder le cheptel, conduire les bœufs de trait pendant les travaux agricoles, participer à l'épandage d'engrais et de fumure organique. Toutes les EAF utilisent la main d'œuvre journalière, certaines font appel aux travailleurs saisonniers, mais peu ont des salariés permanents.

Tableau 4 : *Assolement des exploitations agricoles selon les puissances de tracteur*

Cultures	Ensemble	80 CH	60 CH	50 CH	40 CH
Superficie totale (ha)	59	112	69	56	57
Coton (%)	43	49	47	45	36
Maïs (%)	22	36	24	21	20
Sorgho blanc (%)	3,7		3	4	3
Sorgho rouge (%)	4,0			3	3

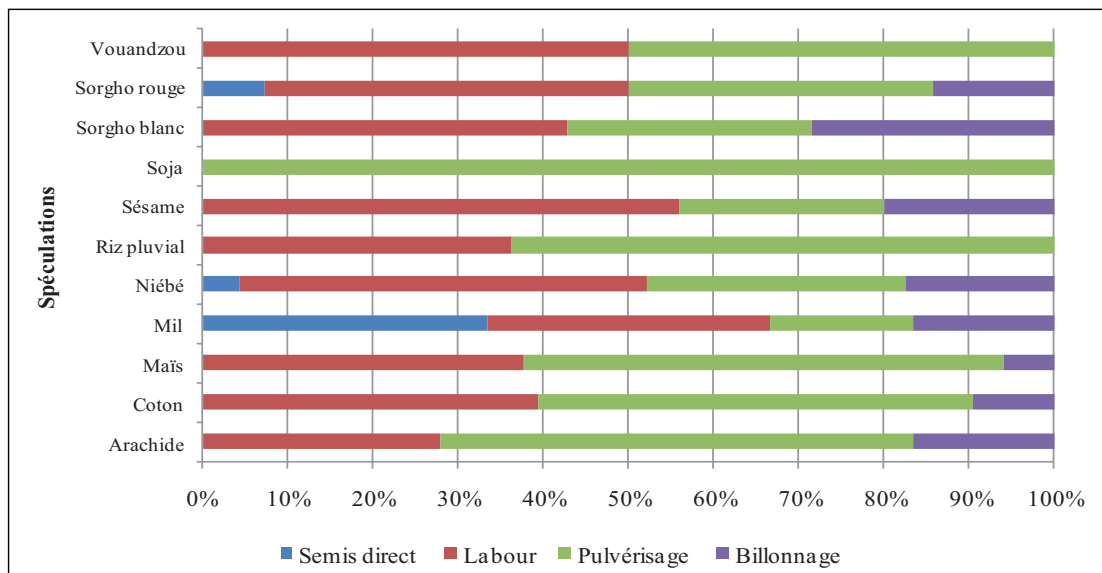
Cultures	Ensemble	80 CH	60 CH	50 CH	40 CH
Mil (%)	8,1		7	8	23
Riz (%)	4,7	13	4	5	4
Niébé (%)	2,0	2	2	1	2
Sésame (%)	6,0		8	7	5
Vouandzou (%)	2,5		3	2	
Arachide (%)	2,7		2	2	3
Soja (%)	1,3			2	1

Source : Enquête 2015-2016

La quasi-totalité des producteurs utilisent leur tracteur en prestation pour le travail du sol (en moyenne par EAF 17 ha pour le labour et 25 ha pour le pulvérisage à 25 000 FCFA/ha), l'égrenage du maïs (en moyenne par EAF, 513 sacs égrené à 500 FCFA/sac égrené), le transport d'intrants de matériels de construction et de fumure organique (en moyenne 5 000 à 10 000 FCFA/voyage selon les distances).

Les exploitations agricoles combinent le travail au tracteur avec la traction animale

Tous les producteurs de l'étude ont conservé leurs matériels de traction animale. Toutes les EAF pratiquent le nettoyage, le dessouchage si besoin, et les feux sur leurs parcelles avant le travail du sol : labour (traction animale et tracteur), pulvérisage au tracteur et quelques producteurs le billonnage (traction animale et tracteur) (Figure 2). Le travail du sol manuel et le semis direct sans travail du sol sont rares dans les EAF.



Source : Enquête 2015-2016

Figure 2 : Répartition des types de travaux du sol selon les cultures

La traction animale est utilisée sur 6 %, 9 %, 34 %, 73 % et 80 % de la superficie moyenne de l'EAF respectivement pour le labour, le billonnage, le semis, le sarclage et le buttage car : i) certaines parcelles ne sont pas bien dessouchées, de petites dimensions, difficilement accessibles, ni préparées pour utiliser des semoirs, des sarclureurs et des butteurs multirangs motorisés, ii) les semis avec la traction animale peuvent être réalisés simultanément au travail du sol motorisé. Ce dernier est réalisé avec un pulvérisateur sur 51 % des surfaces cultivées en moyenne par EAF, surtout sur l'arachide, le coton, le maïs, le riz, le soja et le niébé. Le labour motorisé est réalisé sur 31 % de la superficie de l'EAF surtout sur le mil, le sésame, le sorgho rouge, le vouandzou et le sorgho blanc. Le semis motorisé est réalisé sur 2 % de la superficie moyenne de l'EAF sur coton et maïs.

L'entretien manuel, désherbage surtout, est pratiqué par tous les producteurs sur 90 % des superficies cultivées, car après l'utilisation des sarclureurs, des butteurs et des herbicides, un désherbage manuel est souvent nécessaire. Sur les cultures en lignes (coton, maïs, mil et sorgho), le sarclage et le buttage entre les lignes sont suivis d'un désherbage manuel sur les lignes entre les plants. Les herbicides ont été utilisés sur 65 % de la surface moyenne de l'EAF : 96 % des superficies en coton, 91 % en sésame, 82 % en riz, et 67 % en maïs. Sur coton et maïs, les parcelles traitées avec les herbicides sélectifs ne sont sarclées que si l'état d'enherbement est critique. Un buttage mécanique sera effectué après le deuxième épandage d'engrais, l'urée le plus souvent. Quelques effets de la motorisation perçus par les producteurs

Pour les producteurs, la motorisation permet d'étendre les superficies des cultures pures ce que l'enquête auprès des producteurs (Tableau V), confirme ; les plus fortes augmentations sont pour le coton, le maïs et l'arachide. Par contre, les superficies en riz et des deux sorghos ont baissé en 2014, et celles du niébé et du sésame en 2015. La superficie moyenne par actif familial a augmenté de 3,63 ha en 2013, à 4,11 ha en 2014 et 4,46 ha en 2015.

Tableau 5 : *Proportion de variation de la superficie des cultures d'une année à l'autre depuis l'acquisition des tracteurs.*

Cultures	2013			2014 (%/2013)			2015 (%/2014)		
	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max
Superficie totale (ha)	48			54 (12,5%)			59 (9,2%)		
Arachide	1,23	0,5	2	12	0	50	13	5	33
Coton	20,07	5	52	36	20	46	19	8	29
Maïs	10,77	3	25	24	0	30	16	3	33
Mil	3,17	1	7	13	0	43	7	0	30
Niébé	1,00	0,5	3	5	2	17	-11	-14	-1

Cultures	2013			2014 (%/2013)			2015 (%/2014)		
	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max
Superficie totale (ha)	48			54 (12,5%)			59 (9,2%)		
Riz pluvial	2,80	0,5	20	-6	-10	4	7	0	50
Sésame	3,66	1,5	7	11	-3	57	-12	-75	-4
Sorgho blanc	1,89	1	5	-3	-50	0	8	0	25
Sorgho rouge	2,46	0,5	7	-3	-14	0	2	1	17
Vouandzou	1,00	1	1	11	0	100	3	0	6

Légende : 2014 (%/2013). % d'augmentation de la superficie 2014 par rapport à 2013

Source : Enquêtes 2015/2016

Par rapport à la traction animale, la motorisation permet de réaliser plus vite les préparations du sol, de semer dans des conditions plus favorables à la germination et à la levée des cultures et de réduire les semis tardifs. En outre, 80 % des producteurs attribuent les mêmes effets liés à la traction animale par rapport aux travaux manuels. Pour 73 % des producteurs, le travail du sol motorisé améliore les rendements, alors que 23 % ne perçoivent pas de différence.

Pour les producteurs, le travail du sol au tracteur est plus profond que celui réalisé avec la traction animale et les outils manuels, le sol est mieux ameubli et davantage à partir de la deuxième année, les mauvaises herbes sont mieux enfouies, les mottes sont plus grosses, mais les signes d'érosion sont accentués avec le pulvérisateur et la charrue à disques.

Les producteurs choisissent de préférence le pulvérisateur à la charrue pour le gain de temps (il travaille plus vite) et un impact négatif moindre sur les sols (il travaille moins profond et retourne moins la terre). Après le passage du pulvérisateur, le sol est plus meuble, moins motteux et mieux nivelé en surface ; il ne nécessite pas de reprise avant le semis. Le travail du sol à la charrue est plus profond, retourne la couche fertile du sol, enfouit les mauvaises herbes et favorise la création de chemins pour l'érosion. Une reprise avant semis (jamais réalisée par les agriculteurs) est nécessaire pour casser les mottes et niveler la surface du sol.

Pour les producteurs, la motorisation n'a pas changé l'organisation du travail au sein des EAF. Mais l'extension des superficies cultivées avec le tracteur a augmenté les besoins en main d'œuvre familiale et salariée pour l'entretien des cultures, les épandages d'engrais et des pesticides, la récolte et le transport.

DISCUSSION

Les résultats de cette étude sont comparables à ceux des études antérieures, ce qui montre que les modalités d'utilisation de la motorisation dans les EAF n'ont pas évolué ces dernières décennies, et très peu d'EAF possèdent le tracteur. Ce dernier est sous-utilisé car seuls le travail du sol et le transport sont motorisés et les périodes de travail sont courtes (moins de 3 mois) (Tersiguel, 1995). La sous-utilisation du

tracteur sur l'EAF, leur faible nombre dans la région, et la forte demande des EAF non motorisées expliquent les prestations de travail du sol effectuées par la majorité des producteurs motorisés (Tersiguel, 1995).

L'adoption de la motorisation par les EAF ayant un bon niveau d'équipement en matériels de traction animale, une main d'œuvre familiale importante, et de grandes superficies cultivées, ainsi que l'extension des superficies cultivées, et la « course vers la terre » étaient déjà constatées dans les EAF motorisées dans les années 1980-2015 : les superficies moyennes cultivées sont passées de 20 ha en 1981 à 25 ha/exploitation en 1987 à 28 ha en 1998 à 44 ha en 2012 et à 48 ha en 2015 (Berger et al., 1987 ; Pale et al., 1998 ; Ouédraogo, 2012 ; Barro, 2015).

Les EAF motorisées voient augmenter la superficie cultivée par actif familial entre 2013 et 2015 : 3,63 ha/actif à 4,46 ha/actif. Ces ratios sont plus élevés que ceux des études antérieures sur les EAF motorisées : 2,5 ha/actif (Ouedraogo, 2012), 2,4 ha/actif (Poda, 2004), 1,3 ha/actif (Vognan, 2002). Les premières hypothèses sur ces différences sont que les EAF de cette étude sont de très grandes EAF non représentatives des EAF motorisées de la zone, et que les tracteurs actuels (40 à 80 ch) sont plus puissants que les tracteurs des programmes antérieurs (28 ch à 45 ch).

La spécialisation des EAF motorisées sur coton et maïs peut s'expliquer ainsi : i) le coton permet aux agriculteurs d'obtenir à crédit des équipements et des intrants ; ii) le coton et le maïs valorisent bien les engrais minéraux (Poda, 2004), et iii) les volumes des engrais et des pesticides utilisés pour la culture du maïs attestent que cette plante est privilégiée pour ses capacités productives (Tersiguel, 1995).

Cependant, les performances du tracteur peuvent être améliorées, en diversifiant les techniques de préparation des sols visant à allonger la durée de la période favorable au travail du sol ; ceci devient possible avec la puissance développée par les tracteurs (Koffi, 1993). En plus des préparations du sol en humide en début de saison des pluies (mi-mai à mi-juillet), plusieurs possibilités existent : i) en saison sèche (février à mi-mai) travailler le sol sec avec des outils à dents (chisel), ii) à la fin de la saison des pluies (mi-septembre et octobre) en réalisant des labours de fin de cycle et d'enfouissement, iii) entre juin et mi-juillet en effectuant le semis direct sans travail du sol.

Les producteurs ne cherchent pas une mécanisation intégrale des travaux (Lendres, 1992), qui n'est pas possible dans les conditions actuelles de travail des tracteurs. Ils combinent les moyens dont ils disposent. L'utilisation de la traction animale correspond aux niveaux 1, 2 et 4 et celle de la motorisation agricole, aux niveaux 1 et 2 de la mécanisation agricole selon la classification de la FAO (figure 1) (Rijk, 1989).

Pour utiliser les matériels de semis et d'entretien des cultures (niveau 4 de la FAO) avec le tracteur, les EAF doivent adapter leurs pratiques culturales. Les parcelles

doivent être complètement dessouchées et la surface du sol bien nivelée permettant le passage de semoirs multirangs pour le semis en lignes régulières. Avec un tracteur travaillant sur plusieurs rangs, le buttage et le sarclage sont possibles sur des plants de faible hauteur (moins de 30 cm), alors qu'une paire de bœufs peut sarcler ou butter sur des plants atteignant 1 m (hauteur du joug au-dessus du sol). Ceci explique pourquoi la majorité des superficies de coton, maïs, mil, sorgho blanc et sorgho rouge semées à des interlignes de 0,8 m permettant le passage des matériels agricoles sont sarclées et buttées à la traction animale.

CONCLUSION

Cette étude montre bien que l'introduction du tracteur favorise l'extension des superficies (surtout coton, maïs et arachide), et les semis précoces, mais ne change pas les pratiques des EAF. En cinquante ans, les modalités d'utilisation de la motorisation dans les EAF sont restées quasiment stables, seuls les tracteurs sont différents (marques chinoises et indiennes, et autrefois européennes) et un peu plus puissants. Le tracteur est peu utilisé sur de courtes périodes, essentiellement au travail du sol et au transport, en combinaison à la traction animale, mais aussi pour des prestations de service. Les EAF motorisées souhaitent conserver la traction animale car en plus du travail fourni, elle valorise les résidus de culture, produit de la matière organique pour fertiliser les champs et est une forme d'épargne sur pied.

Les performances économiques n'ont pas été analysées dans cette étude. Cependant, l'utilisation intense des tracteurs sur deux à trois mois seulement est insuffisante pour les rentabiliser seulement sur les EAF des bénéficiaires. Celles-ci sont contraintes de réaliser des prestations de services payantes. Pour augmenter l'utilisation annuelle du tracteur, des changements de pratiques sont nécessaires en introduisant de nouveaux équipements de motorisation pour le travail du sol en sec, le semis direct, et pour les labours de fin de cycle et d'enfouissement. Des adaptations des systèmes de production sont envisageables pour faciliter la mécanisation d'autres opérations (niveau 5 de la mécanisation selon la FAO). Ceci peut être la spécialisation des EAF sur les cultures facilement mécanisables (cas du coton et du maïs aujourd'hui), et le déclin des spéculations difficilement mécanisables, mais aussi le remembrement et l'aménagement du foncier. Sachant qu'aborder les questions foncières avec les producteurs est délicat, l'Etat a un rôle important à jouer sur ce point.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'UNPCB et les producteurs à l'origine de cette étude, mais aussi le CIRDES et le dispositif de recherche et d'enseignement en partenariat ASAP « Intensification écologique et Conception des innovations dans les Systèmes Agro-Sylvo-Pastoraux de l'Afrique de l'Ouest » qui ont apporté un appui scientifique et financier à ce travail.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BARRO A., 2015. *Analyse technico-économique et perspectives du programme de motorisation de l'Union Nationale des Producteurs de coton au Kénédougou (Burkina Faso)*. Mémoire de diplôme d'Ingénieur d'Agriculture, Centre Agricole Polyvalent de Matourkou, Bobo Dioulasso, Burkina Faso. 67 p.
- BERGER M., BELEM P.C., DAKOUO D., TOE A., 1987. *Recherche d'Accompagnement projet Motorisation Intermédiaire-synthèse 1987*. INERA¹³, Programme coton, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 79 p + annexes.
- CIRAD-GRET, 2002. *Mémento de l'agronome*. Ministère des affaires étrangères, édition CIRAD-GRET¹⁴, Montpellier, France, 1692 p.
- COULIBALY B., TRAORÉ O., DAKOUO D., ZOMBRE P. N., 2009. Effets des amendements locaux sur les rendements, les indices de nutrition et les bilans culturaux dans un système de rotation coton-maïs dans l'ouest du Burkina Faso. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 13(1) : 103-111.
- DAKOUO D., 1991. *Le maintien de la fertilité dans les systèmes de culture conduits en motorisation intermédiaire. Cas de la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso*. INERA, Programme coton. Burkina Faso. 49 p. + Annexes
- HAUCHART V., 2005. *Culture du coton et dégradation des sols dans le Mouhoun (Burkina Faso)*, Thèse de géographie, Université de Reims-Champagne-Ardenne, 428 p.
- IPE, 2011. *Évaluation économique de l'environnement et des ressources naturelles au Burkina Faso : Analyse du secteur coton. Rapport final*. Initiative Pauvreté Environnement (IPE), Ouagadougou, Burkina Faso, 110 p.
- KOFFI M., 1993. *Contribution à l'analyse de la motorisation conventionnelle dans l'Ouest du Burkina Faso*. Mémoire d'Ingénieur en Agronomie Tropicale, CNEARC¹⁵, Montpellier, France, 114 p.
- LENDRES P., 1992. *Pratiques paysannes et utilisation des intrants en culture cotonnière au Burkina Faso*. Mémoire d'Ingénieur en Agronomie Tropicale, CNEARC, Montpellier, France, 80 p + annexes.
- MAH, 2011. *Enquête nationale sur l'accès des ménages aux ouvrages d'assainissement familial (2010) ; monographie régionale Hauts-Bassins*. Ministère de l'Agriculture et de l'Hydraulique, Direction Générale de l'Assainissement des Eaux Usées et Excréta, Burkina Faso, 60 p + annexes
- OUÉDRAOGO I., 2012. *Importance de la mécanisation agricole et son incidence sur les rendements du cotonnier et sur certaines caractéristiques chimiques du sol dans les agro-systèmes cotonniers Centre (EASO COTON) et Ouest (SOFITEX) du Burkina Faso*. Mémoire d'ingénieur Agronome, UPB/IDR¹⁶, Burkina Faso. 67 p.
- PALE S., OUEDRAOGO S., TOE E., 1998. *Concertation régionale sur la mécanisation agricole et les intrants en zone cotonnière*. Dédougou, 14-17/12/1998. Projet d'appui à la motorisation agricole, Burkina Faso, 59 p.
- PIERI C., 1989. *Fertilité des terres de savanes. Bilan de 30 ans de recherche et de développement agricole au sud du Sahara*. CIRAD, Ministère de la coopération et du développement, France, 444 p.
- PODA S.A., 2004. *Culture du coton et sécurité alimentaire dans la zone cotonnière de l'Ouest du Burkina Faso : cas des villages de Daboura, GombéléDougou, Sidéradougou*. Mémoire d'Ingénieur de Sociologie et Econo-

13 Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole

14 Groupe de Recherche et d'Echanges Technologiques

15 Centre National d'Etudes Agronomiques des Régions Chaudes

16 Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Institut de Développement Rural

mie Rurales, UPB/IDR, Burkina Faso, 92 p + annexes.

RIJK A.G., 1989. *Agricultural Mechanization Policy and Strategy. The case of Thailand*. Dissertation. Wageningen Agricultural University, The Netherlands. 283 p.

SEONE H., 1999. *Contribution à l'analyse micro-économique des exploitations motorisées de la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso*. Mémoire d'Ingénieur Agronome. UPB/IDR. Burkina Faso. 147 p + annexes.

SIDE C.S., 2013. *Stratégie de mécanisation de l'agriculture familiale en Afrique subsaharienne, Inclus Etude de cas du Burkina Faso*, Master Spécialisé en Innovations et Politiques pour une alimentation durable (IPAD). SupAgro, Agence Française de Développement (AFD), Montpellier, France. 126 p.

SIDE C.S., HAVARD M., 2015. *Développer durablement la mécanisation pour améliorer la productivité de l'agriculture familiale en Afrique Subsaharienne*. Int. J. Adv. Stud. Res. Africa. 6 (1 et 2) : 34-43.

TERSIGUEL P., 1995. *Le pari du tracteur. La modernisation de l'agriculture cotonnière du Burkina Faso*. Editions de l'Orstom, Collection *A travers champs* 280 p.

VOGNAN G. 2002. *Impact économique de la recherche sur le coton et stratégie de lutte contre la pauvreté*. Rapport de recherche, INERA, Programme Coton, Burkina Faso, 29 p.

DÉVELOPPEMENT DE LA PLANTATION DE L'ANACARDE DANS LE BASSIN COTONNIER EN CÔTE D'IVOIRE

KOFFI Simplicie Yao, Université Peleforo Gon Coulibaly (Korhogo-Côte d'Ivoire)

*OURA Kouadio Raphaël, Centre de Recherche pour le Développement (CRD),
Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)*

Auteur correspondant : KOFFI Simplicie Yao, kofsiyao@yahoo.fr

RÉSUMÉ

Cette étude analyse les effets de l'essor de la plantation de l'anacarde sur les exploitations cotonnières en Côte d'Ivoire. Spécifiquement, il s'agit d'abord de rechercher les facteurs qui favorisent l'expansion de l'anacarde dans le bassin cotonnier ivoirien. Ensuite, l'étude évalue cet essor en considérant la production, les revenus mobilisés et l'impact socio-spatial de cette spéculation. Enfin, il a été question de démontrer que, de plus en plus, l'anacarde se positionne comme une culture de rente de substitution et/ou complémentaire dans le bassin cotonnier de la Côte d'Ivoire. Pour atteindre les objectifs fixés, une enquête a été menée auprès d'un échantillon de 303 exploitants agricoles dont 200 à Boundiali, 55 à Katiola et 48 à Gohitafla en 2015 et 2017. L'échantillonnage s'est basé sur l'ampleur forte ou moyenne de l'essor de l'anacarde dans le bassin cotonnier ivoirien. Cette enquête, appuyée par une revue de la littérature, a révélé que les facteurs du développement de l'anacarde sont la rentabilité financière, le temps très court consacré à l'entretien de l'exploitation, le marquage foncier et la pénibilité de l'activité cotonnière. En plus, l'association coton-anacarde participe à une diversification des revenus. Cette étude conclut que la durabilité des exploitations cotonnières repose sur une cohabitation coton-anacarde raisonnable.

Mots clés : Cohabitation coton-anacarde, culture de rente de substitution et/ou complémentaire, durabilité des exploitations cotonnières, bassin cotonnier, Côte d'Ivoire

ABSTRACT

This study analyzes the effects of the development of cashew on cotton farms in Côte d'Ivoire. Specifically, it searches the factors that promote the expansion of cashew in the Ivorian cotton basin. Second, the study evaluated this growth by considering production, income mobilized and the socio-spatial impact of this speculation. Finally, it was discussed to demonstrate that, increasingly, cashew is positioned as an alternative cash crop and / or complementary in the cotton basin

of Côte d'Ivoire. To achieve the objectives, a survey was conducted among a sample of 303 farmers including 200 in Boundiali, Katiola 55 and 48 to Gohitafla in 2015 and 2017. Sampling was based on the high or medium magnitude of cashew growth in the Ivorian cotton basin. The survey, supported by a review of the literature revealed that the factors of the development of cashew nuts are the financial returns, the short time spent on maintenance operations, land marking and the hardship of cotton activity. In addition, the cotton-cashew association contributes to income diversification. This study concludes that the sustainability of cotton farms is based on reasonable cotton-cashew cohabitation.

Key words: Cotton-cashew cohabitation, alternative and/or complementary cash crop, sustainability of cotton farms, cotton basin, Côte d'Ivoire

INTRODUCTION

De nos jours, l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.), une plante à intérêts multiples et variés, contribue en partie au développement socio-économique du bassin cotonnier ivoirien. Si les premières plantations avaient été créées pour lutter contre la dégradation de l'environnement dans les régions de savane, l'anacardier est pratiqué aujourd'hui comme une véritable culture de rente sur ces territoires. En effet, les premiers arbres ont été plantés pour combattre l'érosion et ériger les haies vives en vue de protéger les exploitations agricoles contre les dégâts causés par les bœufs (GOUMA, 2003). Selon KONAN et RICAU (2010), ni l'amande, ni la pomme de cajou n'étaient valorisées et consommées localement jusqu'à ces dernières années. Dans ce cadre, l'anacardier fut la seule culture pérenne qui a nécessité moins d'investissement supporté par les structures de développement agricole en Côte d'Ivoire, comparativement au cacao, au palmier à huile et à l'hévéa (TUO, 2007). Ainsi, sa diffusion massive et son introduction dans les systèmes de production agricole est l'œuvre des producteurs eux-mêmes, selon le même auteur.

En plus de son rôle de protecteur de l'environnement, la plantation d'anacarde est devenue depuis le début des années 2000, l'une des principales filières d'exportation du pays, en raison d'une demande mondiale croissante et du développement des échanges commerciaux Afrique-Asie. Aujourd'hui, le secteur de l'anacardier est l'un des plus dynamiques dans les régions de savanes du Centre et du Nord, dépassant la culture d'exportation traditionnelle qu'est le coton en termes de volumes de production et de recettes d'exportation. En effet, le développement de ce secteur se manifeste par une augmentation remarquable de la production. Ainsi, la production de noix de cajou est passée de 13 000 tonnes en 1990 à plus de 450 000 tonnes en 2012 (AUDOUIN et GONIN, 2014). Selon le CONSEIL DU COTON ET DE L'ANACARDE (2017), la production de noix de cajou, en Côte d'Ivoire, est de 673 236 tonnes en 2017, contre 649 587 tonnes en 2016. Ces chiffres qui tournent autour de 700 000 tonnes font du pays le premier producteur et exportateur mondial de noix de cajou. Cette production a permis au pays d'engranger d'énormes recettes d'exportation estimées à 171,4 Milliards de FCFA en 2013 (INS, 2014). Contrairement à la noix de cajou, le coton connaît une évolution instable de sa production depuis 2010. Selon les données de l'INTERCOTON, cette production est passée de 174 689 tonnes en 2010 à 450 146 tonnes en 2014. Entre 2015 et 2016, la production cotonnière a amorcé une régression dont le taux a été estimé à (-27,10 %). Malgré cette instabilité au niveau de la production, le coton génère des recettes d'exportation qui ont été évaluées à 134,3 Milliards de FCFA en 2013 (INS, 2014).

L'expansion de l'anacardier, à l'origine d'une cohabitation coton-anacarde dans le bassin cotonnier de Côte d'Ivoire, occasionne une crainte qui semble perturber la durabilité des exploitations cotonnières. Ainsi, cette étude a pour objectif princi-

pal d'analyser les effets de l'essor de la plantation d'anacarde sur les exploitations cotonnières en Côte d'Ivoire. Autrement dit, comment peut-on expliquer le développement de la plantation d'anacarde dans le bassin cotonnier en Côte d'Ivoire ? Spécifiquement, cette étude a recherché les facteurs qui favorisent la dynamique de l'anacarde dans le bassin cotonnier ivoirien. Par la suite, elle a évalué l'essor de cette spéculation en considérant la production, les revenus mobilisés et l'impact socio-spatial. Pour finir, il a été question de vérifier que, de plus en plus, l'anacarde se positionne comme une culture de rente de substitution et/ou complémentaire dans le bassin cotonnier de la Côte d'Ivoire.

Cette étude est articulée en deux parties. La première, consacrée à la méthodologie, est relative à la présentation du cadre théorique ainsi que des techniques d'enquête et de traitement des données. La seconde partie expose et discute les résultats.

MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTUDE

Cadre théorique

Les recherches se sont appuyées sur l'approche de l'Institut de Recherches et d'Applications des Méthodes de développement (IRAM). Cette approche a eu pour avantage de permettre la compréhension de l'expansion de l'anacarde dans une zone autrefois dominée par les exploitations cotonnières. Grâce à cette approche de l'IRAM et un instrument adapté comme le système agraire, on a pu analyser et comprendre les logiques des acteurs. Ainsi, plusieurs variables d'analyse ont été identifiées pour construire le questionnaire. Il s'est agi d'abord d'identifier les facteurs d'adoption de l'anacarde. Ensuite, les superficies des différentes cultures (anacarde, coton et vivriers), les revenus agricoles mobilisés et l'utilisation desdits revenus ont été pris en compte. Enfin, les modes d'accès à la terre et les stratégies de sécurisation foncière ont pris une part importante dans la collecte des données.

Cette étude veut apprécier dans quelle mesure l'adoption massive d'une culture arbustive comme l'anacarde pourrait menacer à long terme la durabilité des exploitations cotonnières. De cette hypothèse générale découlent trois hypothèses spécifiques. La première hypothèse stipule que l'essor de l'anacarde dans le bassin cotonnier ivoirien est une stratégie d'appropriation des terres par les exploitants agricoles. La deuxième conçoit que, par ses conditions de développement avantageux et sa rentabilité financière, l'anacarde soutient la durabilité des exploitations cotonnières en Côte d'Ivoire. La troisième présente le développement de l'anacarde comme une sorte de multi-activité en milieu rural qui consacre une cohabitation anacarde-coton dans le paysage agricole et une diversification des revenus globalement positive pour les exploitants agricoles.

Techniques d'enquête et de traitement des données

Les investigations ont eu pour base une synthèse bibliographique réalisée à partir des travaux de recherches antérieures et des enquêtes de terrain. La phase d'enquête a consisté en une pré-enquête suivie d'une enquête par questionnaire et par guide d'entretien. La pré-enquête a consisté à tester le questionnaire et d'obtenir auprès des autorités locales, l'autorisation à enquêter (Fig. 1).

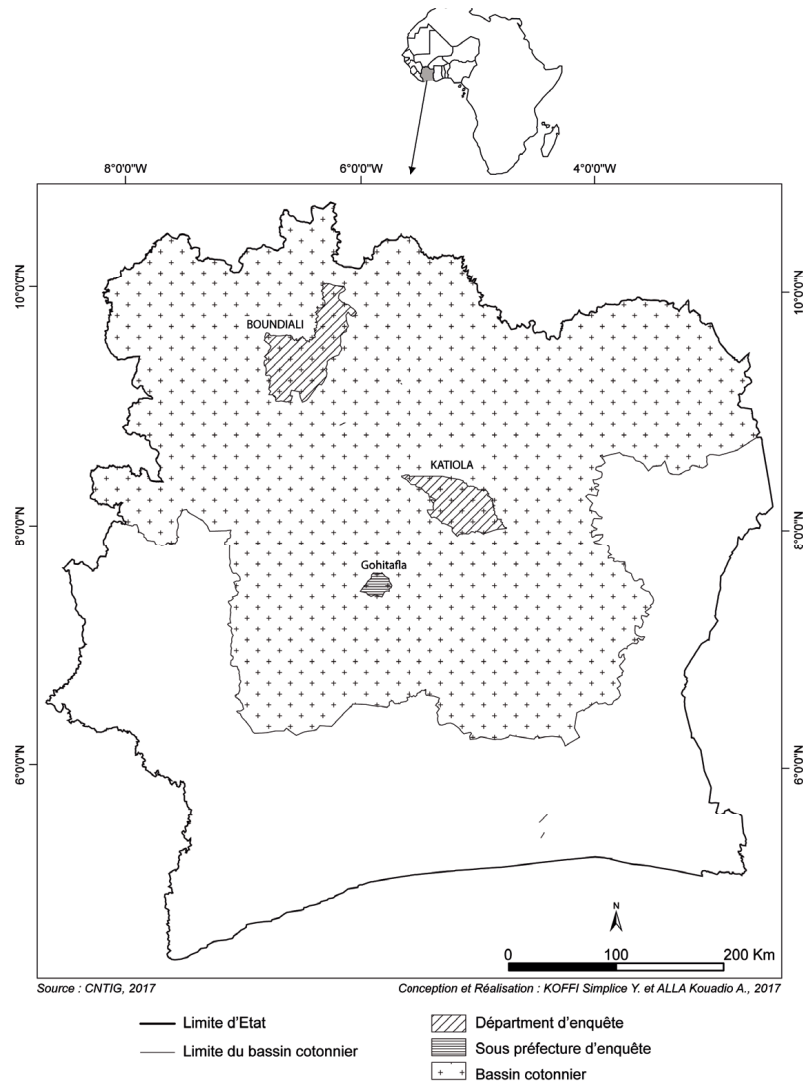


Fig. 1 : *Localités couvertes par l'enquête dans le bassin cotonnier de Côte d'Ivoire*

L'enquête par questionnaire a permis le recueil des données quantitatives auprès de 303 chefs d'exploitations du bassin cotonnier. Ces chefs d'exploitations ont été choisis de façon aléatoire et en un seul passage. A Boundiali, 200 exploitants agricoles ont été enquêtés contre 55 à Katiola. A Gohitafla, 48 exploitants agricoles

ont été sélectionnés. Cet échantillonnage s'est appuyé sur l'ampleur de l'essor de l'anacarde. En effet, Boundiali est une zone où l'ampleur de l'essor de l'anacarde est forte, avec des superficies moyennes par exploitation qui tournent autour de 10 hectares. A Katiola et Gohitafla par contre, l'essor de l'anacarde est plus modéré et les superficies moyennes par exploitation tournent autour de 6 hectares. En outre, Gohitafla est une zone récente d'adoption de l'anacardier.

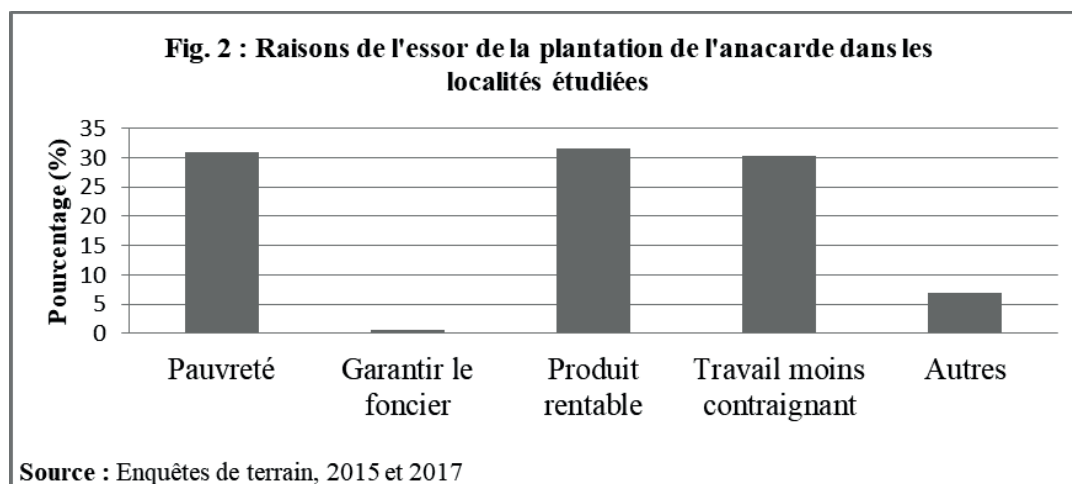
Pour la collecte des données quantitatives, un masque de saisie a été réalisé et le questionnaire a été codifié. Les données collectées, à travers le questionnaire, ont été saisies sur un micro-ordinateur à l'aide du logiciel CSPRO 3.1, puis ont été transférées sur EXCEL en vue d'assurer leur cohérence. Le logiciel STATA a été utilisé pour leur analyse.

L'enquête par guide d'entretien, qui a permis la collecte de données qualitatives, s'est appuyée sur des focus-groups et des entretiens semi-directifs. Ces entretiens ont concerné les autorités administratives et traditionnelles ainsi que les agents du Ministère de l'Agriculture. Toutes les opérations d'enquêtes sur le terrain se sont déroulées en 2015 et 2017.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Facteurs de développement de la plantation d'anacarde

Les principales raisons qui favorisent le développement de l'anacardier sont la pauvreté des ménages, la rentabilité financière et le travail moins contraignant nécessaire à l'entretien de l'exploitation par rapport à l'activité cotonnière (Fig. 2).



Les autres facteurs sont l'utilisation des anacardiers par les exploitants comme marquage foncier et la faible demande en main-d'œuvre de cette spéculation. En outre, la baisse du prix du coton-graine au kilogramme qui s'est fait surtout ressentir au cours de la décennie précédente, et surtout les retards de paiement du coton-graine

vendu sont à l'origine de l'abandon partiel ou total de cette culture au profit de l'anacarde. ADEGBOLA et *al.*, (2010) soutiennent ces résultats et ont montré que l'intérêt des paysans pour l'anacardier se justifie par le revenu substantiel qu'il génère. En outre, AINA (1996) pense que l'anacardier remplit d'autres rôles à caractères socio-économiques majeurs pour le paysan. Cet auteur a distingué quatre objectifs définis par l'exploitant agricole concernant l'anacardier. En effet, l'anacardier permet d'affirmer le statut foncier de l'exploitant agricole. Cette spéculation de rente constitue également un mode de transfert du capital à la descendance et une source certaine de revenu, tout en représentant un gage dans les transactions monétaires.

Impacts de l'essor de la plantation d'anacarde

Volumes de production et revenus mobilisés par les exploitants agricoles

Il existe une diversité de volumes de production fondée sur la divergence des cultures pratiquées (Tabl. 1).

Tableau 1 : *Estimation des volumes de production (en tonne) des spéculations pratiquées*

Coton	Anacarde	Riz pluvial	Arachide	Igname	Maïs	
Boundiali	730,50	1269,33	577,60	647,82	4516,50	502,70
Katiola	100,25	210,50	25,00	37,35	554,50	177,00
Gohitafla	90,61	195,25	21,00	30,15	460,25	151,70
Ensemble	921,36	1675,08	623,60	715,32	5531,25	831,40

Source : Enquêtes de terrain, 2015 et 2017

Les cultures vivrières sont autoconsommées, mais de nos jours, une partie de la production vivrière est vendue sur les marchés villageois ou dans la ville la plus proche. Ces cultures vivrières cohabitent avec le coton et l'anacarde dans le paysage agricole. Alors qu'il est difficile d'estimer les revenus nets annuels issus de la vente des produits vivriers, en raison de leur non prise en compte par les exploitants agricoles, ceux issus du coton et de l'anacarde ont été évalués. Lorsqu'on ne valorise pas la main-d'œuvre familiale, les revenus nets moyens annuels à l'hectare sont positifs pour le coton (Tabl. 2).

Tableau 2 : *Revenus nets moyens annuels (en FCFA)/ ha du coton et de l'anacarde mobilisés par exploitation sans la valorisation de la main-d'œuvre familiale*

	Boundiali	Katiola	Gohitafla	
Coton	Revenus bruts	265 542	267 670	276 792
	Coût des intrants	126 632	126 632	126 632
	Revenus nets annuels	138 910	141 038	150 160
Anacarde	Revenus bruts	290 546	300 071	300 385
	Coût des intrants	5 200	5 200	5 200
	Revenus nets annuels	285 346	294 871	295 185

Source : Enquêtes de terrain, 2015 et 2017

Ces revenus cotonniers sans valorisation de la main-d'œuvre familiale sont en dessous de ceux procurés par l'anacarde. Ainsi, la noix de cajou se révèle comme une spéculation qui catalyse la formation des revenus de l'exploitation. La faiblesse du revenu du coton a été observée par DIARRASSOUBA et KOFFI (2015) à Guiembé et Siolokaha. Selon eux, le revenu net moyen annuel du coton, estimé à 20 450 FCFA/hectare, ne permet pas à l'exploitant agricole de s'autofinancer. En effet, le coût de production est très élevé et les prix d'achat sont faibles.

L'évaluation des revenus nets moyens annuels, avec la valorisation de la main-d'œuvre familiale, révèle également une tendance positive mais très faible pour le coton (Tabl. 3).

Tableau 3 : *Revenus nets moyens annuels (en FCFA)/ ha du coton et de l'anacarde mobilisés par exploitation avec la valorisation de la main-d'œuvre familiale*

	Boundiali	Katiola	Gohitafla	
Coton	Revenus bruts	265 542	267 670	276 792
	Coût des intrants	126 632	126 632	126 632
	Coût de la main-d'œuvre familiale	79 000	79 000	79 000
	Revenus nets annuels	59 910	62 038	71 160
Anacarde	Revenus bruts annuels	290 546	300 071	300 385
	Coût des intrants	5 200	5 200	5 200
	Coût de la main-d'œuvre familiale	40 600	40 600	40 600
	Revenus nets annuels	244 746	254 271	254 585

Source : Enquêtes de terrain, 2015 et 2017

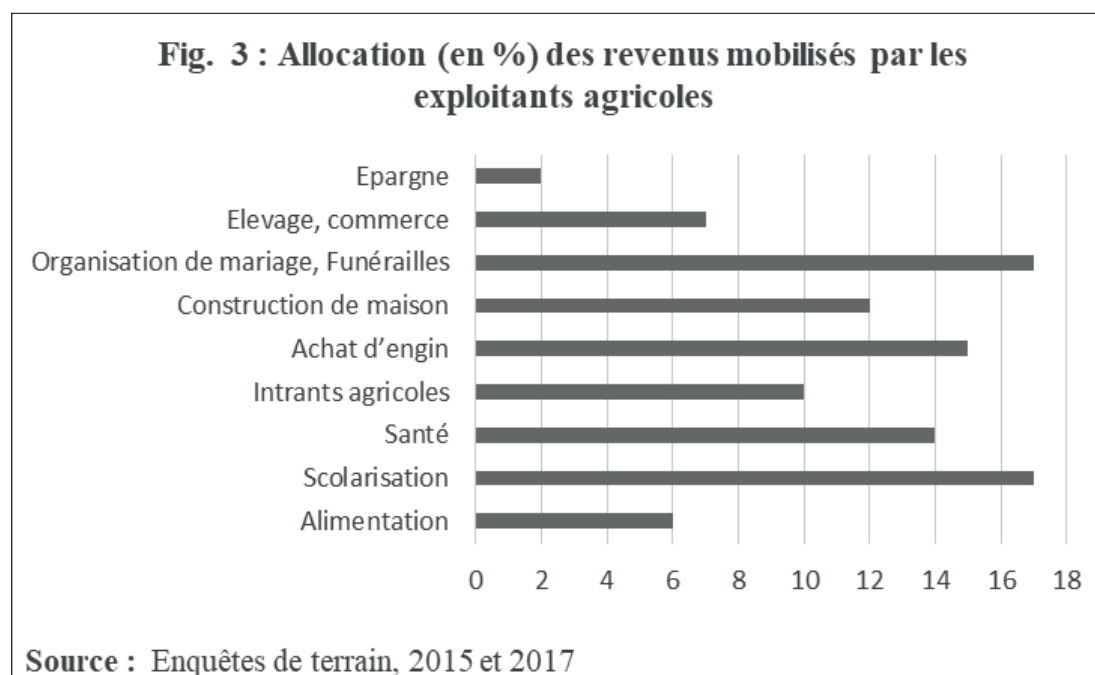
Le revenu brut, ici, est pris au sens du chiffre d'affaire. Ainsi, sur cette base et en tenant compte du fait que toute la production cotonnière a été déclarée en premier choix, le prix de la tonne de coton-graine est de 265 000 FCFA. A la suite de cette estimation, les revenus nets moyens annuels du coton mobilisés par hectare sont très faibles et s'évaluent à : Boundiali (59 910 FCFA), Katiola (62 038 FCFA) et Gohitafla (71 160 FCFA). Les exploitants agricoles utilisent la main-d'œuvre familiale et la main-d'œuvre extérieure. En plus de ne pas considérer les amortissements, dans cette étude, le coût de la main-d'œuvre extérieure n'a pas été évalué. Ce fait conduit à une certaine surestimation des revenus nets annuels des exploitations. En outre, les exploitants agricoles imputent au coton une partie des intrants utilisés pour les vivriers et même l'anacarde. Avant la privatisation de la filière cotonnière, STESSENS (2002) a révélé que le coton permettait aux familles d'engranger des revenus nets moyens annuels de 130 693 FCFA à l'hectare. Contrairement au coton, l'anacarde présente des revenus nets moyens annuels par hectare très élevés à Boundiali (244 746 FCFA), Katiola (254 271 FCFA) et Gohitafla (254 585 FCFA). L'estimation de ces revenus moyens annuels par hectare n'a pas considéré l'amortissement des outils utilisés.

Revenus de l'anacarde, catalyseurs de la formation des revenus de l'exploitation

L'anacarde est devenu le moteur de la production de revenu sur l'exploitation, alors que le coton en reste moteur en ce qui concerne l'encadrement, le système de crédit et l'effet d'entraînement sur les autres cultures. En effet, l'anacarde permet aux exploitants agricoles d'engranger des revenus nets moyens annuels très élevés. Associés à ceux générés par les vivriers, ils permettent de compenser largement la faiblesse relative des revenus cotonniers. Ainsi, une association coton-anacarde, permet à l'exploitant agricole d'obtenir un gain moyen net annuel nettement positif. Et la contribution de l'anacarde dans la formation de ce revenu est élevée. Aujourd'hui, le maintien du coton dans le système de production est soutenu par sa capacité à favoriser l'approvisionnement à crédit en intrants.

La participation de l'anacarde à la formation des revenus agricoles a été étudiée au Bénin par BALOGUIN et *al.*, (2014). Dans leur étude, ils ont montré que l'anacarde participe à hauteur de 74,06 % à la constitution des revenus des ménages ruraux. A Odienné, le revenu net annuel a été ramené à 155 308 FCFA à l'hectare d'anacardiens par ADAMAN et N'DRI (2016). Toutes les études ont montré que dans les zones de développement de l'anacarde, les gains moyens nets annuels permettent aux paysans de faire face aux charges familiales.

Allocation des revenus mobilisés par les exploitants agricoles



Les revenus engrangés par les exploitants agricoles sont employés pour satisfaire plusieurs besoins (Fig. 3).

L'allocation des revenus mobilisés par exploitation varie d'un besoin à un autre. D'abord, l'organisation des cérémonies de mariage, de baptême et de funérailles (17 %), la scolarisation des enfants (17 %), l'achat d'engins (15 %) et la santé (14 %) captent la plus grande partie des revenus mobilisés. Ensuite, l'allocation des revenus pour les intrants agricoles (10 %) et la construction de bâtiments au village et en ville (12 %) préoccupent moyennement les exploitants agricoles. Enfin, une faible partie des revenus est allouée aux besoins liés à l'alimentation (6 %), à l'élevage et au commerce (7 %) ainsi qu'à l'épargne (2 %).

Les engins acquis sont des motos à vitesse et parfois des tricycles motorisés pour faciliter le transport des récoltes des champs vers le village ou souvent vers les marchés des villes environnantes. En outre, la réinjection des revenus issus de l'agriculture dans l'élevage, le commerce ou l'achat d'intrants agricoles constitue un moyen de sécurisation monétaire avantageux pour les exploitations.

En étudiant l'allocation des revenus liés à l'expansion de l'anacardier à Odienné, ADAMAN et N'DRI (2016) ont révélé que les exploitants agricoles arrivent à se prendre en charge en subvenant aux besoins de construction de maisons modernes, l'électrification, l'achat de bœufs de labour et de moyens de déplacement. Ils assurent également la scolarisation des enfants, l'habillement des membres de la famille et les soins médicaux. Ces mêmes constats ont été faits par KAMBIRE (2010)

dans la Zone Kolodio Binéda (ZKB). Selon lui, grâce aux revenus tirés de l'anacarde, il y a eu une modernisation de l'habitat, le lotissement et l'électrification de certaines localités. En outre, la zone a connu une densification démographique et une apparition de centres semi-urbains.

Impact socio-spatial de la culture de l'anacarde

L'impact socio-spatial de l'anacarde s'est analysé à travers l'origine socio-culturelle, le mode d'accès à la terre et le niveau d'instruction des exploitants agricoles. On observe une diversité en ce qui concerne l'origine des exploitants agricoles ayant adopté l'anacarde (Tabl. 4).

Tableau 4 : *Origine socio-culturelle des exploitants agricoles*

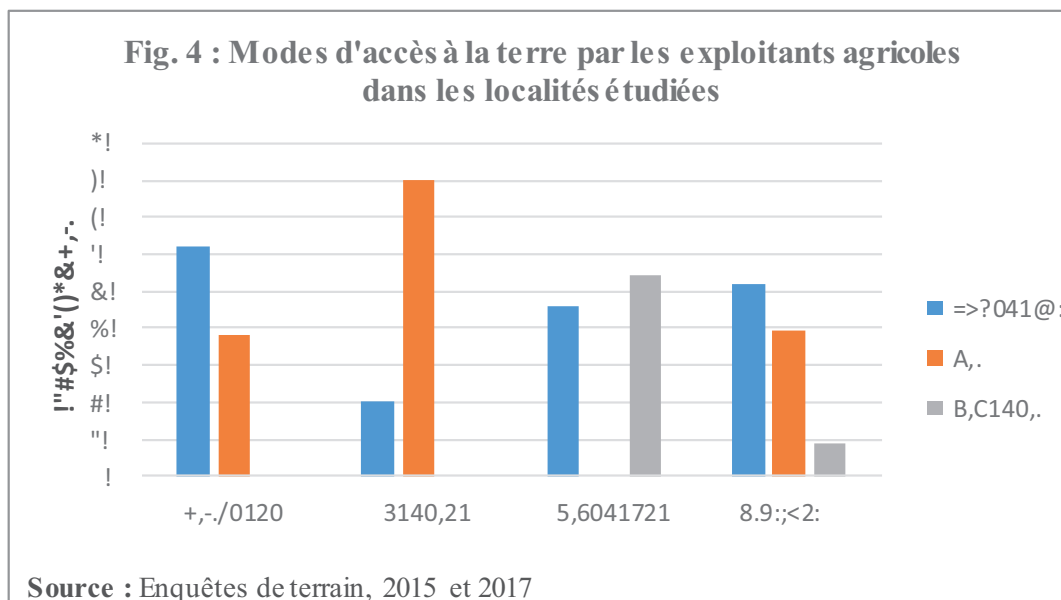
		Boundiali	Katiola	Gohitafla	Ensemble
Autochtone	Effectif	195	52	22	269
	Pourcentage (%)	97,50	94,55	45,83	88,78
Allochtone	Effectif	5	3	26	34
	Pourcentage (%)	2,50	5,45	54,17	11,22
Allogène	Effectif	0	0	0	0
	Pourcentage (%)	0,00	0,00	0,00	0,00
Ensemble	Effectif	200	55	48	303
	Pourcentage (%)	100,00	100,00	100,00	100,00

Source : Enquêtes de terrain, 2015 et 2017

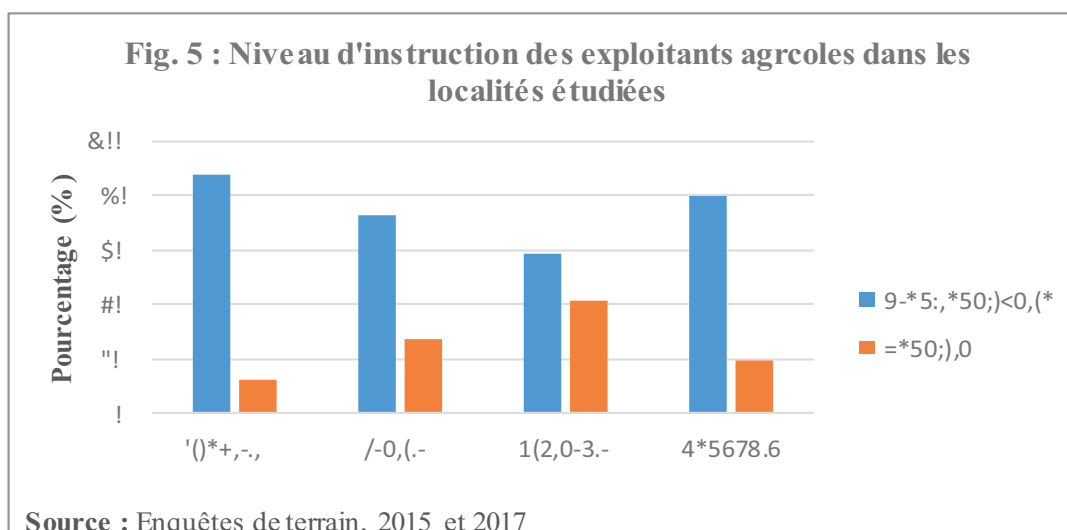
La majorité des exploitants agricoles sont des autochtones (88,78 %) et aucun allogène n'a été interrogé dans les villages. En effet, la domination des autochtones est un peu plus accentuée à Boundiali (97,50 %) avec majoritairement des sénoufos qu'à Katiola (94,55 %) où les autochtones Tagbana ou Tagouana prédominent. Alors qu'à Boundiali, les allochtones sont principalement constitués de Sénoufo venant d'ailleurs, à Katiola, ce sont des Lobi qui viennent du département de Bouna. La primauté des autochtones s'explique par le fait que l'anacardier est une culture pérenne et à long cycle de production. En effet, les allochtones non propriétaires terriens ne sont pas autorisés à planter des arbres. Dans l'imaginaire Sénoufo et Tagouana, planter un arbre sur une parcelle symbolise l'appropriation ou le titre de propriété. Cette vision existe dans le Sud-Ouest du Burkina Faso où le migrant n'a pas le droit de planter les arbres, fruitiers ou non (AUDOUIN et GONIN, 2014). En outre, l'anacardier permet aux autochtones la forte réaffirmation de leurs prérogatives dans la gestion et le contrôle des terres. Certes, la vente des terres n'est pas permise par le système foncier traditionnel, mais l'essor de l'anacarde a favorisé cette pratique (AUDOUIN et GONIN, 2014).

A Gohitafla, les allochtones dominent (54,17 %) contre 45,83 % d'autochtones Gouro. Cette localité est une zone qui a accueilli des migrants Sénoufo, venus initialement pour cultiver le coton. Par des arrangements fonciers, ils ont eu la possibilité

d'ouvrir des exploitations d'anacarde en plus des parcelles cotonnières. Certes la pratique du don était d'usage à Gohitafla mais ces dernières années, la tendance est orientée vers le mode d'accès à la terre par location (Fig. 4).



La location des terres s'explique par le fait que les autochtones refusent, désormais, de donner leur terre aux migrants. Ils préfèrent la location qui permet d'engranger des rentes foncières annuelles qui oscillent entre 20 000 et 25 000 FCFA/hectare. Mais, les locataires sont dans une situation d'instabilité foncière car à tout moment, les propriétaires terriens peuvent revendiquer leur départ. Cette prédominance de la location des terres a été étudiée par KOFFI et AKOUE (2016) à Bouaflé.



A Boundiali et Katiola, la propension pour le don s'explique par le système foncier

traditionnel qui fait du chef de terre l'unique gestionnaire des terres. Ainsi, celui-ci donne la permission à certains membres de la communauté de planter des anacardiers. Les villages comptent un nombre élevé d'analphabètes (80,19 %) (Fig. 5).

La tendance générale ne change pas à Boundiali (87,5 %) et Katiola (72,73 %). Cependant, à Gohitafla, le taux (41,67 %) d'exploitants agricoles instruits tend à s'améliorer. L'analyse de l'impact socio-spatial de l'anacarde soulève la question de sa place dans le paysage agricole.

2.3. Anacarde, culture de rente de substitution et/ou complémentaire

La domination de l'anacardier est totale (57,65 %). Cette domination s'exprime de la façon suivante en pourcentage de la superficie agricole utile (SAU) cultivée : Gohitafla (62,59 %), Katiola (60,69 %) et Boundiali (56,49 %), (Tabl. 5).

Tableau 5 : *Estimation des différentes spéculations agricoles pratiquées et leur superficie (en ha)*

		Coton	Anacarde	Riz pluvial	Arachide	Igname	Maïs	Ensemble
Boundiali	Superficie (en ha)	729,01	2115,55	144,40	359,90	167,27	228,49	3744,62
	Pourcentage (%)	19,46	56,49	3,85	9,61	4,46	6,13	100,00
	Superficie moyenne par exploitation (en ha)	3,64	10,56	0,72	1,80	0,84	1,14	18,72
Katiola	Superficie (en ha)	99,25	350,75	6,25	20,75	20,50	80,45	577,90
	Pourcentage (%)	17,17	60,69	1,08	3,59	3,54	13,93	100,00
	Superficie moyenne par exploitation (en ha)	1,80	6,38	0,11	0,38	0,37	1,46	10,51
Gohitafla	Superficie (en ha)	86,75	325,00	5,25	16,75	17,00	68,5	519,25
	Pourcentage (%)	16,70	62,59	1,01	3,22	3,27	13,21	100,00
	Superficie moyenne par exploitation (en ha)	1,81	6,78	0,11	0,35	0,35	1,43	10,82

		Coton	Anacarde	Riz pluvial	Arachide	Igname	Maïs	Ensemble
Ensemble	Superficie (en ha)	915,01	2791,30	155,90	397,40	204,77	377,44	4841,77
	Pourcentage (%)	18,89	57,65	2,60	8,20	4,22	8,44	100,00
	Superficie moyenne par exploitation (en ha)	3,02	9,21	0,51	1,31	0,68	1,25	15,98

Source : Enquêtes de terrain, 2015 et 2017

L'anacarde est suivi de loin par le coton qui s'octroie en moyenne 18,89 % des superficies cultivées prises dans leur globalité, en oscillant entre 16 et 20%. Il faut également intégrer le fait que l'anacarde est une plantation pérenne et que le coton reste la culture annuelle principale qui représente en moyenne 48 % des superficies cultivées dédiées aux cultures annuelles. Ainsi, de sa position de culture de rente complémentaire qu'il occupait en phase de diffusion, l'anacarde tend aujourd'hui à prédominer par rapport au coton. En plus de l'anacarde et du coton, qui sont en première position dans l'espace agricole, viennent les cultures vivrières comme le riz pluvial, l'arachide, l'igname et le maïs. L'occupation spatiale de ces cultures vivrières est marginale et varie entre 2,60 et 8,44 %. Ces résultats rejoignent ceux de N'GORAN (2013) qui avancent que les principales cultures annuelles pratiquées dans le bassin cotonnier ivoirien sont le coton, l'anacarde, le maïs, le riz pluvial, l'arachide et l'igname. Or durant la campagne 2009-2010, le coton était la culture dominante avec 87,00 % des superficies contre seulement 4,00 % pour l'anacarde. Par ailleurs, dans la Zone Kolodio Binéda (ZKB), la culture de l'igname qui dominait autrefois l'espace agricole, a été supplantée par celle de l'anacarde (KAMBIRE, 2010). Selon ce même auteur, l'expansion de cette culture risque de mettre à mal l'autosuffisance alimentaire en faisant disparaître les cultures vivrières. En outre, quel que soit l'espace, le développement de l'anacarde a favorisé un nouveau système de culture. Ce nouveau système de culture permet l'association de la plantation de l'anacarde avec le coton et les cultures vivrières, jusqu'à la quatrième année. Dans certaines régions, l'expansion de l'anacardier entraîne des conflits agriculteurs-éleveurs (KONAN et *al.*, 2016).

CONCLUSION

L'expansion de l'anacardier dans le bassin cotonnier ivoirien est un phénomène réel mais qui ne menace pas à court terme le coton. En outre, les facteurs du développement de l'anacarde sont la rentabilité financière de la spéculation, le temps très court consacré à l'entretien de l'exploitation, le marquage foncier et la pénibilité de l'activité cotonnière. Les superficies consacrées à l'anacarde par les exploitants

agricoles surpassent, désormais, celles affectées au coton. Dans le paysage agricole l'anacarde se positionne comme la culture principale de rente, suivie par le coton. Si le rythme rapide de création de plantations d'anacardiens continue, cette spéculation qui occupe durablement l'espace peut constituer, à long terme, une menace pour les cultures annuelles comme le coton et les vivriers. Face au développement de cette spéculation qui entraîne une occupation pérenne des terres, la question de la sécurité alimentaire se pose dans le bassin cotonnier de Côte d'Ivoire. Mais, il faut le reconnaître, actuellement, les revenus issus de l'anacarde permettent de compenser largement les revenus nettement plus faibles liés à la production du coton et la logique du maintien du coton repose en grande partie sur sa capacité à permettre l'accès à crédit aux intrants agricoles. Par contre, le caractère pérenne de l'anacarde limite son adoption car seuls les autochtones peuvent l'adopter dans certaines localités. Dans le souci de favoriser un développement agricole harmonieux dans le bassin cotonnier ivoirien, cette étude recommande la consolidation de la cohabitation anacarde-coton. Cette cohabitation constitue une sorte de multi-activité et occasionne une diversification des revenus agricoles globalement positive pour les exploitants agricoles.

Dans cette étude, le choix s'est porté uniquement sur les exploitations où l'anacarde et le coton cohabitent. Par conséquent, les exploitations « anacarde sans coton » n'ont pas été retenues. Cela constitue une limite de notre travail et cette limite va être comblée avec des recherches ultérieures. Ces recherches ultérieures devraient davantage pouvoir affiner les analyses économiques, notamment en accordant une attention plus particulière, à l'imputation du coût des intrants sur le coton par rapport aux autres cultures, à la prise en compte des amortissements et de la main-d'œuvre extérieure, aux revenus tirés des cultures vivrières et à la valorisation de l'autoconsommation.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADAMAN S. ET N'DRI K. A., *Impacts socio-économiques de la culture de l'anacarde dans la Sous-Préfecture d'Odienné (Côte d'Ivoire)*. In *European Scientific Journal*, Volume 12, n°32, Novembre 2016, [En ligne], Consulté le 20-09-2017. Disponible sur : <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2016.v12n32p369>, pp. 369-383.
- ADEGBOLA P. Y., AROUNA A. ET ADEKAMBI S. A., 2010. *Estimation of the economic efficiency of cashew nut production in Benin*. Rapport d'étude de PAPA/INRAB. 17 p.
- AUDOUIN S. ET GONIN A., 2014. *L'anacarde : produit de la globalisation, moteur de la territorialisation, l'exemple du Sud du Burkina Faso*. In *EchoGéo* [En ligne], Consulté le 20-09-2017. Disponible sur : <http://echogeo.revues.org/13926>, 16 p.
- AINAM M. S. 1996. *L'anacardier dans les systèmes de production au niveau paysan : une approche de rentabilité économique et la gestion du terroir dans la commune rurale d'Agoua (ZOU)*. Mémoire d'ingénieur Agronome, FSA/UNB. 112 p.
- BALOGUIN A. ET AL., 2014. *Caractérisation des systèmes de production à base d'anacardier dans les principales zones de culture du Bénin*. In *Agronomie Africaine*, Volume 26, n°1, pp. 9-22.
- CONSEIL DU COTON ET DE L'ANACARDE (CCA), 2017. *Commercialisation du cajou en Côte d'Ivoire : voici les chiffres de la campagne 2017*. [En ligne], Consulté le 17-11-2017, Disponible sur : infoduzangnan.com
- DLARRASOUBA D. ET KOFFI S. Y., 2015. *Les cultures vivrières dans une exploitation agricole à base de coton à Guiembé et Siolokaba (Korhogo, Côte d'Ivoire)*. In *Revue Echanges*, Volume 1, n° 005, Décembre 2015, pp. 520-539.
- GOUMA M. I., 2003. *Analyse des négociations de l'OMC sur l'Agriculture pour la formation d'une politique appropriée au développement de la filière anacarde en Côte d'Ivoire*. Mémoire professionnel, Université de Cocody, Abidjan, 46 p.
- Institut National de la Statistique (INS)**, 2014. *Annuaire des statistiques du commerce extérieur*. Ministère du Plan et du Développement / Départements des Statistiques et Synthèses Economiques, Abidjan, 30 p.
- KAMBIRE B., 2010. *La dynamique rurale dans la Zone de Kolodjo-Binédja en pays lobi, au Nord-Est de la Côte d'Ivoire*. In *RGLL*, n°08, Décembre 2010, pp. 154-168.
- KOFFI S. Y. ET AKOUE Y. C., 2016. *Migrations cotonnières senoufo et dynamique des modes d'accès aux ressources foncières à Bouaflé, Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire*. In *Revue Echanges*, Volume 3, n° 007, Décembre 2016, pp. 520-539.
- KONAN C. ET RICAU P., 2010. *Compte rendu de mission sur la filière anacarde en Côte d'Ivoire : acteurs et organisation*. INADES/RONGEAD, Lyon/ Abidjan, 6 p.
- KONAN K. H., DIOMANDE G. ET KRA K. J., 2016. *Culture de l'anacarde et nouveau jeu des acteurs du conflit agriculteurs-éleveurs dans la Sous-préfecture de Sobouo au Nord de la Côte d'Ivoire*. In *Journal Of Humanities And Social Science (IOSR-JHSS)*, Volume 21, n°11, Novembre 2016, pp. 24-32.
- N'GORANK E., 2013. *Valorisation de la fumure organique dans les systèmes de culture à base de cotonniers et sécurité alimentaire en Côte d'Ivoire*. In *AGRAR-2013*, 1^{ère} conférence de la recherche africaine sur l'agriculture, l'alimentation et la nutrition. L'agriculture face aux défis de l'alimentation et de la nutrition en Afrique : quels apports de la recherche dans les pays cotonniers, Yamoussoukro-Côte d'Ivoire, 4 au 6 Juin, pp. 187-195
- STESSENS J., 2002. *Analyse technique et économique des systèmes de production agricole au nord de la Côte d'Ivoire*. Thèse de doctorat en vue de l'obtention du titre de Docteur en Sciences Biologiques Appliquées, Katholieke Universiteit Leuven, 302 p.
- TUO G., 2007. *Analyse de la filière anacarde en Côte d'Ivoire : stratégie de développement et de lutte contre la pauvreté*. Mémoire de D.E.A en Sciences économiques, Université de Bouaké, Côte d'Ivoire, 35 p.

ADAPTATION DU CONSEIL À L'EXPLOITATION FAMILIALE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : CAS DU BASSIN COTONNIER DU NORD BÉNIN

*BACO Mohamed N., Laboratoire Société-Environnement (LaSEn), Faculté
d'Agronomie (FA), Université de Parakou (UP), Bénin*

AKPATA Marina M.S., LaSEn, FA/UP, Bénin.

EGAH Janvier, LaSEn, FA/UP, Bénin.

AFFOUKOU Kévin Thierry, LaSEn, FA/UP, Bénin.

*MOUMOUNI Ismaïl, Laboratoire de Recherche pour l'Innovation pour le Dével-
oppement Agricole (LRIDA), FA/UP, Bénin.*

NOUATIN Guy S., FA/UP, Bénin.

Auteur correspondant : BP : 27 Parakou, email : nasserbaco@yahoo.fr

RÉSUMÉ

La prise en compte du changement climatique (CC) s'impose chaque jour dans les approches d'accompagnement des producteurs agricoles. Qu'en est-il du Conseil à l'Exploitation Familiale (CEF) mis en œuvre par le Programme de Renforcement des Organisations de Producteurs de Coton (PROCOTON) dans la commune de Kandi ? Cette étude part de cette interrogation pour analyser la prise en compte du CC dans l'accompagnement des producteurs agricoles du Nord-Bénin. Au total, 161 acteurs ont été enquêtés. Les données collectées à travers les entretiens semi-structurés et la consultation des sources écrites sont la perception des acteurs sur le CC, les besoins d'adaptation des producteurs au CC, les thèmes et outils du CEF développés par l'opérateur et la nature des problèmes abordés, les conseils fournis, les acteurs impliqués et leurs rôles dans le dispositif CEF, etc. Elles ont été analysées à partir des analyses comparative et de discours et des tests d'indépendance. Les besoins d'adaptation des producteurs au CC ne sont que partiellement et faiblement pris en compte par le CEF PROCOTON du fait de l'absence des acteurs de la recherche et de la météorologie dans le dispositif CEF. Le contenu du CEF de PROCOTON développé par l'opérateur CEF et axé sur la gestion et la planification de l'exploitation est inadéquat pour préserver le monde agricole des effets néfastes du CC. L'implication des services de la recherche agricole, de météorologie, etc. dans le dispositif du CEF est indispensable pour répondre aux attentes des producteurs en lien avec le CC.

Mots clés : Bénin, changement climatique, conseil agricole, exploitation familiale, perceptions paysannes.

ABSTRACT

Taking climate change into account is increasingly becoming a priority in rural development actions and programs, and particularly in the approaches of accompanying farmers. This study aims to analyze the taking into account of climate change in the implementation of extension services advice to family farms in the district of Kandi. In total, 100 CEF producers, 53 non-beneficiaries, the CEF Adviser, five local facilitators and two supervisors of the CEF were surveyed. The data collected relate to the perception of different actors on climate change, its manifestations and consequences, producers' adaptation strategies to climate change, endogenous knowledge used by producers, types and content of advice received, different actors involved in the CEF system and their roles. They were collected during the semi-structured and structured interviews and the review of the written sources. They were analyzed from comparative analysis, discourse analysis, khi-square tests and descriptive statistics. New varieties, information on rainfall forecasting, adaptation of cultural practices to climate change are the needed actions for farmers of northern Benin to face the climatic risks. These needs are not taken into account by the CEF system set up in view of the absence of research and meteorological actors in the CEF system. The current form of the CEF is inadequate to preserve the agricultural world and its resources from the ongoing environmental dynamics. The involvement of agricultural research, meteorology, etc. in designing and implementing CEF is essential in order to meet the requirements for coping with climate change.

Key words: Agricultural advisory, climate change, extension services, Family Farm, farmer's perceptions.

INTRODUCTION

La vulnérabilité socio-environnementale de l'Afrique est surtout très marquée dans les pays ouest-africains comme le Bénin où l'agriculture, de type pluvial, est fortement tributaire des saisons (Akponikpè et Tidjani, 2012). Face aux risques climatiques, les populations rurales développent des stratégies et comportements d'atténuation et d'adaptation (Lamboll *et al.*, 2011). Ne disposant que rarement des moyens pour développer à grande échelle ces nouvelles pratiques, elles ont besoin d'encadrement, de suivi et d'accompagnement. Elles ont des nouveaux besoins en informations et formations pour gérer leur exploitation en prenant en compte les dimensions techniques, économiques et sociales (Faure *et al.*, 2011).

Selon les études menées au Bénin, les manifestations les plus récurrentes sont les retards des pluies, le raccourcissement de la saison des pluies, les violences des précipitations et des vents et la chaleur excessive (Aho *et al.*, 2006). La sensibilité aigüe des animaux, les pertes de cultures et de revenu global sont les conséquences directes des CC sur les exploitations agricoles (Guibert *et al.*, 2010).

Pour Lamboll *et al.* (2011), le conseil aux exploitants agricoles doit permettre aux producteurs d'acquérir de nouvelles connaissances en matière de gestion de leurs exploitations face aux phénomènes climatiques et d'innovations techniques. Ainsi, il faut une collaboration d'une part entre savoirs scientifiques et savoirs endogènes et d'autre part entre les structures de conseil et les institutions capables d'apporter des innovations et des informations climatiques aux producteurs. Mais, la capacité des communautés agricoles à faire face aux contraintes et opportunités du CC doit être renforcée pour leur adaptation (Cooper *et al.*, 2008). Il devient donc nécessaire de chercher à savoir si les besoins des producteurs agricoles sont pris en compte dans le programme d'encadrement des services de conseil agricole dans cet environnement changeant.

Le conseil de gestion est une approche participative émergente suite aux échecs des programmes de vulgarisation principalement fondés sur un modèle *top-down* de l'innovation des années 1970 et 1980 (Neef *et al.*, 2013 ; Moumouni *et al.*, 2011).. Jugé trop restrictif, il a subi une modification en 2001 pour devenir un CEF qui permet le renforcement de capacités des producteurs (Dugué et Faure, 2003). Il vise à maîtriser le fonctionnement de l'exploitation, à améliorer ses pratiques en combinant innovations paysannes et celles extérieures, à prendre de meilleures décisions pour atteindre les objectifs fixés (Faure *et al.*, 2011). Dans ses principes, le CEF ne s'oppose donc pas à la prise en compte du CC et de ses effets. Toutefois, dans sa mise en œuvre par le PROCOTON au Bénin, le CEF prend-il en compte les stratégies, pratiques d'adaptation et d'atténuation au CC ? Pour répondre, cette étude a analysé le dispositif de CEF du PROCOTON financé par l'Organisation néerlandaise de développement (SNV) au Nord- Bénin de 2009 à 2013. Le dispositif CEF

du PROCOTON est piloté dans la commune par l'Union Communale des Producteurs (UCP) avec l'accompagnement d'un opérateur (Institut Africain d'Application des Méthodes de Développement (IAMD)). Les Groupes d'Auditeurs CEF (GAC) placés sous la responsabilité d'un animateur-paysans (AP) formés par l'IAMD, sont constitués d'une vingtaine de producteurs. La commune est dotée d'un conseiller représentant l'opérateur qui a sous sa responsabilité, des AP et superviseurs. Le contenu du CEF permet aux producteurs d'acquérir des connaissances sur la gestion de leurs exploitations. Mais il ne porte pas sur les effets des CC des exploitations agricoles, ni sur les mécanismes d'adaptation à ces changements. Dans le bassin cotonnier du Bénin, des changements naturels et institutionnels actuellement en cours influencent directement la production agricole (Akponikpè et Tidjani, 2012). En absence d'un accompagnement approprié, ces changements peuvent fragiliser les systèmes de production et les conditions de vie des agriculteurs. Comment est-ce que la mise en œuvre du CEF enrichit le stock de connaissances et de savoir-faire accessibles aux producteurs pour l'adaptation de leurs décisions à ces changements ? L'objectif de cet article est d'analyser comment un dispositif de conseil peut prendre en compte les CC en s'appuyant sur le CEF du PROCOTON au Bénin. Après l'introduction, le cadre théorique et le cadre méthodologique, l'article présente des besoins des producteurs en lien avec les conseils fournis dans la mise en œuvre du CEF, de la gouvernance du dispositif CEF suivie de la discussion.

CADRE THÉORIQUE

La vulgarisation joue un rôle déterminant dans la décision des agriculteurs pour leur accès au marché, leur adaptation au CC, etc (Bryan *et al.*, 2009). Ainsi, tout dispositif de conseil doit être adapté aux nouvelles conditions climatiques et de marché afin d'améliorer les conditions de vie des producteurs (Namdar-Irani et Sotomayor, 2011). Il doit être orienté vers une prise de conscience de l'exploitant de la situation actuelle et vers l'élaboration ou l'adoption de nouvelles innovations dans le but de réduire sa vulnérabilité (Moumouni et al, 2011).

Le CEF apparaît comme un élément du système d'innovations qui est un réseau d'organisations, d'entreprises et d'individus produisant de nouveaux produits, de nouveaux processus ou de nouvelles formes d'organisation mis en œuvre dans des activités économiques, et incluant les institutions et les politiques qui affectent leurs comportements et leurs performances (Rajalahti *et al.*, 2008). Le dispositif de CEF peut être caractérisé par les acteurs du système comprenant les prestataires de service, les participants (adhérents, auditeurs, bénéficiaires) au CEF et les intermédiaires orientant le conseil, le mode de financement, les méthodes et démarches de mise en œuvre du conseil (Faure et Compagnone, 2011). Pour mieux appréhender le lien du dispositif CEF du PROCOTON avec le CC, le cadre analytique de l'International Food Policy Research Institute (IFPRI, 2006) a été mobilisé et adapté à

l'étude (Figure 1). Il a permis de définir les types d'acteurs, leurs rôles et les relations entre eux dans le contenu et la mise en œuvre du CEF.

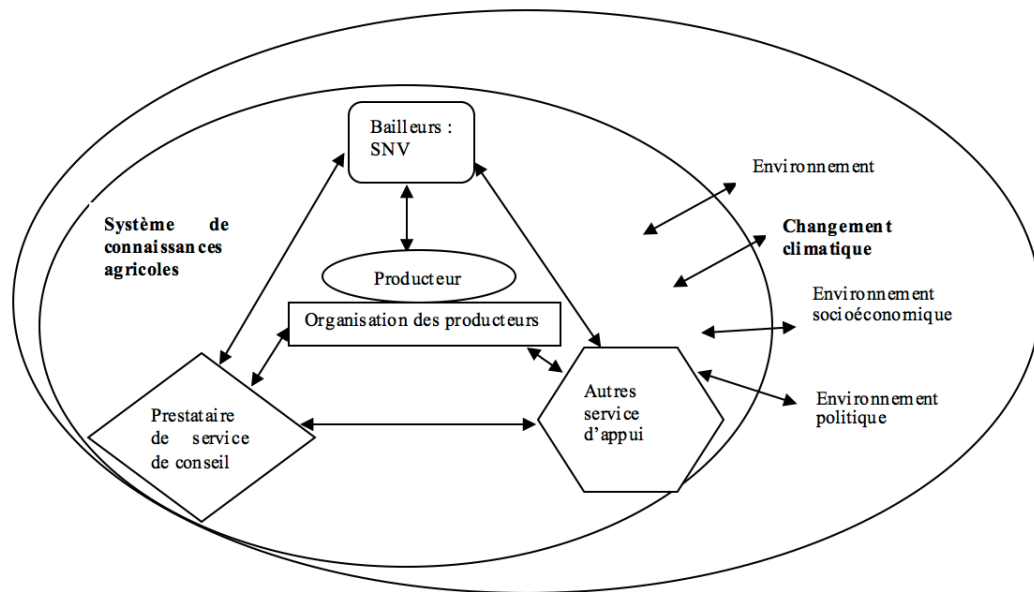


Figure 1 : *Cadre analytique de l'IFPRI adapté à l'étude (Source : IFPRI, 2006).*
IFPRI Analytical framework to this study

Les questions de CC peuvent intégrer le conseil à deux niveaux :

- l'intégration des informations d'adaptation aux nouvelles conditions climatiques dans le conseil livré aux producteurs. A travers la démarche de mise en œuvre du CEF du PROCOTON, cette analyse est axée sur l'adéquation entre le contenu du conseil et les besoins actuels des exploitations agricoles ;
- le système d'innovation : l'insertion dans le dispositif des structures capables d'apporter des informations et des innovations aux producteurs pour réduire leur vulnérabilité aux risques climatiques ou une collaboration entre ces dernières et les conseillers CEF.

CADRE MÉTHODOLOGIQUE

La commune de Kandi (département de l'Alibori), ayant abrité l'étude est l'une des communes du département où la mise en œuvre du CEF a démarré depuis les années 2000. Le climat est de type soudanien avec une saison sèche de huit mois et une saison pluvieuse de quatre mois avec une pluviométrie annuelle moyenne de 750 mm.

Au total, 100 producteurs auditeurs CEF, 53 non auditeurs, un Conseiller CEF de la commune, cinq AP et deux superviseurs des GAC ont été enquêtés dans les villages

d'intervention du PROCOTON (Thia, Angaradebou et Sam).

Les données collectées sont les manifestations et conséquences du CC, les problèmes rencontrés par les auditeurs, les besoins d'adaptations des producteurs aux CC, les mesures adaptatives endogènes utilisées, les outils du CEF, la nature des problèmes abordés par ces outils, les solutions apportées, les perceptions des auditeurs sur l'efficacité des outils par rapport aux problèmes posés, les acteurs impliqués et leurs rôles dans le dispositif CEF. Elles ont été collectées à travers des entretiens semi-structurés et la documentation.

Les perceptions des enquêtés sur le CC et ses conséquences sur les activités agricoles ont été transcrites. L'analyse par comparaison a été utilisée pour vérifier l'adéquation entre les besoins des producteurs face au CC et les conseils fournis. La statistique descriptive a permis de calculer des fréquences et de réaliser des tableaux et des graphes. Des tests d'indépendance χ^2 ont été réalisés pour déterminer la dépendance ou non entre l'appartenance au CEF et les perceptions des enquêtés.

RÉSULTATS

PERCEPTION DES PRODUCTEURS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les manifestations les plus importantes du CC sont la diminution des fréquences de pluies et l'augmentation de l'intensité de la chaleur. Il n'existe pas de relation entre l'appartenance au CEF et les perceptions du CC à l'exception de la variation de la quantité de pluie perçue par les enquêtés (Tableau 1). Ceci pourrait s'expliquer par quelques conseils reçus sur la gestion de l'eau et sur l'utilisation des outils d'analyse qui tiennent compte des conditions de déroulement de la campagne.

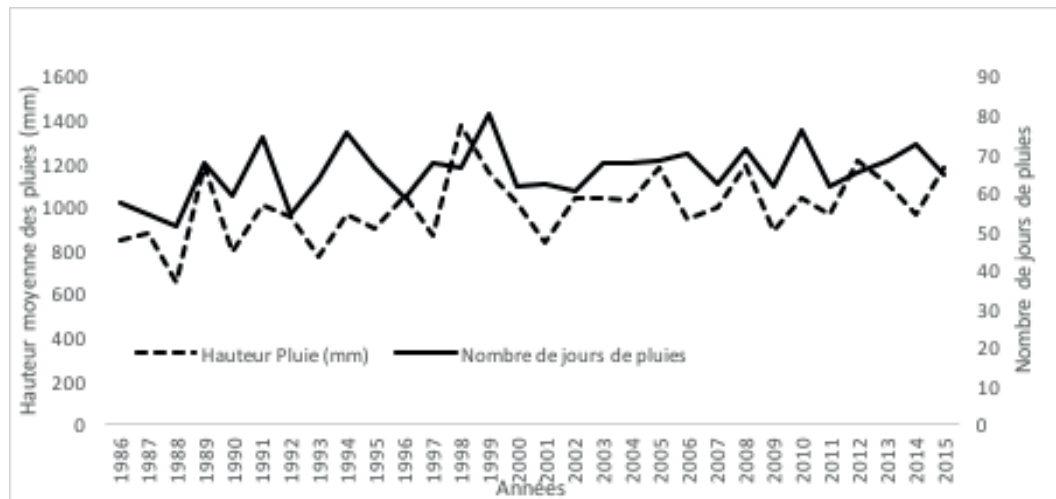
Tableau 1: *Lien entre la perception du CC et l'appartenance ou non au GAC*
Link between climate change perception and target group

Perceptions du changement climatique	Résultats du test d'indépendance
Augmentation de l'intensité de la chaleur (90%)	$\chi^2= 1,993$; ddl=1 ; P=0,127
Diminution de la fréquence de pluie (94%)	$\chi^2=0,406$; ddl=1 ; P=0,380
Apparition des poches de sécheresses (88%)	$\chi^2=0,09$; ddl=1 ; P=0,491
Apparition de vents violents (77%)	$\chi^2=0,979$; ddl=1 ; P=0,216
Variation de la quantité de pluie (62%)	$\chi^2=31,757$; ddl=1 ; P=0,000

Les autres acteurs (conseillers, animateurs locaux, agents du CeCPA, de l'IAMD et de l'UCP) ont perçu les mêmes manifestations (irrégularité de la date des premières pluies, diminution de la hauteur, du nombre de jours et des fréquences de pluie) que les producteurs.

Ces perceptions ne sont pas entièrement confirmées par les données de l'ASECNA pour la station météorologique de Kandi sur les 30 dernières années (Figure 2). La

hauteur de pluie et le nombre de jours de pluie par an expriment plutôt une variabilité des pluies d'une année à l'autre qu'une tendance baissière.



Source : ASECNA

Figure 2 : *Evolution de la hauteur moyenne des pluies et du nombre de jours de pluie sur 30 ans à Kandi*

: Evolution of average rainfall and number of rainy days over thirty years in Kandi

Les conséquences récurrentes des manifestations du CC selon les producteurs sont la baisse de la production agricole et du revenu des ménages, l'augmentation des dépenses de production et le bouleversement du calendrier agricole (Tableau 2). A l'exception du bouleversement du calendrier agricole, la perception des autres conséquences ne dépend pas de l'appartenance au CEF (Tableau 2). Cela pourrait s'expliquer par le fait que ces conséquences sont facilement perceptibles.

Cependant, le bouleversement du calendrier agricole est directement lié au CC contrairement aux autres paraissant indirectement liées au CC. Ces conséquences indirectes peuvent aussi s'expliquer par d'autres facteurs (variation des prix des produits, dégradation des sols par les pratiques culturales, etc).

Tableau 2 : *Lien entre conséquences du CC et appartenance ou non au GAC*

Link between climate change effect and target group

Conséquences du CC	Résultats du test d'indépendance
Baisse de la production et du revenu (95%)	$\chi^2=0,880$; ddl=1 ; P=0,282
Augmentation des dépenses de production (93%)	$\chi^2=1,115$; ddl=1 ; P=0,234
Mort d'animaux	$\chi^2=1,220$; ddl=1 ; P=0,182
Bouleversement du calendrier agricole (92%)	$\chi^2=5,899$; ddl=1 ; P=0,019

Besoins actuels d'adaptation au CC

Les producteurs ont exprimé divers besoins pour faire face au CC (Tableau 3).

Tableau 3: *Importance relative des besoins exprimés par les producteurs face aux conséquences du CC*
Proportion of needs expressed by farmers in face of climate change effects

Besoins exprimés	Fréquence des bénéficiaires (%)	Fréquence des non bénéficiaires (%)
Nouvelles variétés (cycle court, résistantes à la sécheresse)	90	87
Information en prévision climatique	93	77
Adaptation des itinéraires techniques	81	73
Gestion de la fertilité des sols	1	00

- Les besoins en nouvelles variétés de culture résistantes à la sécheresse

Les centres de recherches agricoles travaillent pour mettre au point des variétés à cycle court résistantes à la sécheresse. C'est l'exemple des variétés performantes de maïs riches en protéines de qualité et des variétés résistantes au *Striga hermonthica* et tolérantes à la sécheresse comme EV DT 97 STRW, 2000 Syn. EE W, DT SR-W Co, etc.

- Les besoins en informations sur la prévision climatique

Les producteurs ont besoins des prévisions sur la fréquence et la quantité de pluie, la température, l'insolation, la direction et la vitesse du vent, etc. Ces résultats peuvent provenir des stations météorologiques pour permettre de savoir les périodes de la campagne agricole qui seront plus arrosées et celles moins arrosées, une interruption précoce éventuelle des pluies.

- Les besoins d'adaptation des calendriers agricoles

Ces besoins sont en adéquation avec les manifestations et conséquences constatées par les enquêtés. Les faibles fréquences enregistrées au niveau du besoin en information sur la gestion de la fertilité des sols sont dues au fait que les producteurs appartenant aux Coopératives Villageoises des Producteurs de Coton (CVPC) bénéficient des activités de Gestion Intégrée de la Fertilité des Sols (GIFS) dans le cadre du PROCOTON via l'UCP.

Il existe une indépendance entre l'appartenance au CEF et les besoins des producteurs en nouvelles variétés, en adaptation des itinéraires techniques et en gestion de la fertilité des sols contrairement au besoin en informations sur la prévision climatique (tableau 4). Cette différence s'explique par le fait que le CEF permet aux producteurs de faire des prévisions pour une prochaine campagne.

Tableau 4 : Lien entre les besoins des producteurs et l'appartenance ou non au GAC
Link between of farmers needs entre target group

Variables	Résultats test d'indépendance
Nouvelles variétés	$\chi^2=0,361$; ddl=1 ; P=0,36425
Informations sur la prévision climatique	$\chi^2=7,792$; ddl=1 ; P=0,007
Adaptations des itinéraires techniques	$\chi^2=1,126$; ddl=1 ; P=0,196
Gestion de la fertilité des sols	$\chi^2=0,53$; ddl=1 ; P=0,654

Conseil en rapport aux besoins actuels des producteurs

Le contenu du CEF du PROCOTON standardisée par l'opérateur est axé sur la gestion et la planification de l'exploitation (Tableau 5)

Tableau 5 : Thèmes développés, contenu et outils utilisés

Thèmes développés	Contenu	Outils	Type d'outil
Comptabilité de l'exploitation	Enregistrement des dépenses et recettes journalières des opérations de l'exploitant	Journal de Caisse	Collecte et de suivi
	Point des entrées et des sorties mensuelles (capital initial, encaissements et décaissements mensuels)	Tableau des flux mensuels de la trésorerie Budget de trésorerie	Analyse
	Bilan de campagne (dépenses et recettes annuelles)	Bilan	
	Classification des types de capital		
	Classification des types de dépenses (coûts variables et fixes)	Marge brute	
	Déduction du bénéfice		
Gestion de la main d'œuvre	Quantité, nature, type, coût de mains d'œuvre par opération culturale Utilisation des outils et équipements	Cahier d'utilisation de la main d'œuvre	Collecte et suivi
Gestion des intrants	Qualité, nature, coût, période et techniques d'application d'intrants par spéculation et par superficie	Cahier d'utilisation des intrants	
Gestion des récoltes	Moment et techniques de récolte par spéculation	Cahier des produits récoltés	
Gestion des stocks	Gestion des entrées et sorties : quantité, prix unitaire, montant, provenance	Fiche de stock	

Thèmes développés	Contenu	Outils	Type d'outil
Planification	Formulation des objectifs et résultats attendus (rendement, recette) de l'exploitation pour la prochaine campagne Activités, périodes et moyens de réalisation des objectifs	Plan de campagne agricole	Prévision

L'un des résultats attendus du CEF du PROCOTON est que des techniques de production améliorées et adaptées soient connues, maîtrisées et appliquées par les auditeurs CEF. Les besoins évoqués par les exploitants ne sont que partiellement et faiblement pris en compte dans les apports du CEF (Tableau 6).

Tableau 6 : *Relation entre besoins exprimés par les producteurs face au CC et contenu CEF : Link between farmers needs in the climate change context and advice to family farms*

Besoins des producteurs face au CC	Thèmes actuellement traité dans le CEF	Structure pouvant contribuer à répondre à ces besoins	Relations entre dispositif CEF et cette structure
Nouvelles variétés (cycle court, résistantes à la sécheresse)	Non	Recherche agricole (INRAB/ universités)	Aucune
Information en prévision climatique	Non	Services météorologiques	Aucune
Adaptation des itinéraires techniques	Non	Services de conseil (CeCPA), IFDC	Faible
Gestion de la fertilité des sols	Non	Services de conseil (CeCPA), IFDC	Faible

Gouvernance du dispositif CEF

Plusieurs catégories d'acteurs sont impliquées dans la mise en œuvre du CEF du PROCOTON :

- Le bailleur

Le bailleur (SNV) assure l'assistance technique et financière à l'UCP dans la mise en œuvre du CEF à travers le PROCOTON (figure 3). Il a proposé en collaboration avec la Fédération des Unions des Producteurs (FUPRO), la démarche CEF en recrutant un opérateur CEF pour accompagner la mise en œuvre du CEF.

- Prestataire de service

L'opérateur CEF (ONG IAMD) est un intermédiaire qui accompagne l'UCP à travers ses conseillers dans la mise en œuvre du CEF (figure 3). Il transfère les com-

pétences en matière de suivi-appui-conseil aux producteurs et à leurs organisations. Il se désengage progressivement de la coordination des activités. Après avoir retenu les thèmes avec le bailleur, il a élaboré les outils CEF à partir desquels il forme, appuie et conseille les AP et les superviseurs.

- Service de conseil

Le CeCPA, un autre intermédiaire, collabore avec le bailleur et l'opérateur, lors du suivi-appui-conseil des producteurs et de leurs organisations dans la mise en œuvre du CEF (figure 3).

- Organisations des producteurs

L'UCP en collaboration avec l'opérateur CEF, a piloté le dispositif CEF avec l'appui de la SNV et de la FUPRO (figure 3). La FUPRO a pris en charge certains frais connexes (salaire des superviseurs et fonctionnement des GAC).

Au niveau opérationnel, des GAC mis en place par l'UCP sont constitués d'une vingtaine de producteurs et animés par un AP du CEF. L'UCP dispose des superviseurs qui forment les AP et assurent le suivi des formations des GAC par les AP. Les AP sont choisis parmi les producteurs ayant un bon niveau d'éducation. Ils restituent les formations aux autres membres des GAC à la base. Chaque commune est dotée d'un conseiller représentant l'opérateur qui a sous sa responsabilité des AP et superviseurs à qu'il forme mensuellement sur les outils du CEF.

Le recrutement du prestataire fait partie de la stratégie de pérennisation de service de conseil local, garantissant ainsi l'autonomisation des Organisations Paysannes après le retrait de la SNV.

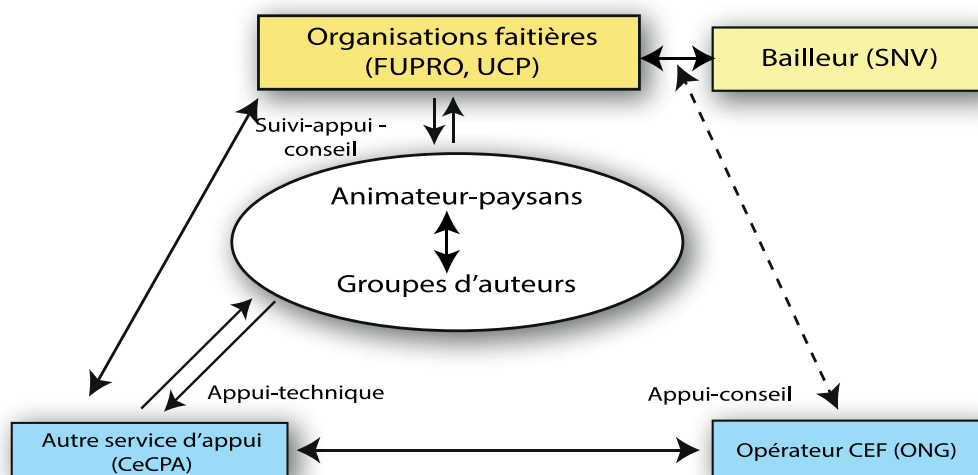


Figure 3 : Relations entre les acteurs dans la mise en œuvre du CEF
: Link among actors in establishment of advice to family farms

DISCUSSION

IMPLIQUER DE NOUVEAUX ACTEURS DANS LA GOUVERNANCE DU CEF POUR UNE PRISE EN COMPTE DU CC

Dans un système d'innovations tel que le dispositif de CEF, on note l'absence des services *météorologiques* et des centres de recherche agricole incontournables pour combler les besoins actuels des producteurs face aux aléas climatiques. Aussi, la FUPRO n'a-t-elle pas de relation avec les radios locales pour la diffusion des informations relatives au climat. L'absence de ces acteurs dans le dispositif CEF PROCOTON ne garantit pas un bon fonctionnement de dispositif en tant que système d'innovation (Pichot et Faure, 2010) ; ce qui hypothèque un CEF adapté au CC. Selon Christopolos (2010), l'un des deux ensembles nécessaires aux conseils agricoles est constitué des prévisions météorologiques, des prévisions saisonnières et des informations sur les tendances climatiques à long terme. Ces informations n'existent pas dans le CEF de PROCOTON. Les besoins des producteurs en nouvelles variétés ne sont pas comblés car le système de CEF n'inclut pas les centres de recherches agricoles. L'aide gouvernementale, les services de vulgarisation et de l'information sur le CC semblent faciliter l'adaptation des exploitants les plus pauvres (Bryan *et al.*, 2009). Une implication des services météorologiques et des centres de recherche agricoles dans le dispositif du CEF permettrait d'intégrer les évolutions du climat dans l'accompagnement de la décision des producteurs. La mise en place d'un mécanisme d'échanges, de relations entre les dispositifs de conseil et ces structures faciliterait l'accès des AC aux nouvelles technologies. Une relation entre le conseiller CEF et ces différentes institutions constituerait un atout pour la réduction de la vulnérabilité climatique des exploitations agricoles. Le bailleur en collaboration avec la FUPRO doit veiller à l'implication de ces types d'acteurs dans le dispositif du CEF afin de répondre aux besoins d'adaptation des producteurs au CC.

L'accès à l'information des agriculteurs ruraux est l'un des facteurs pouvant stimuler et accroître leur capacité d'adaptation (Bryan *et al.*, 2009). Le dispositif de CEF, pour répondre aux besoins d'adaptation des producteurs, se doit donc de revoir son organisation en incluant de nouveaux acteurs capables d'apporter de l'information et d'aider à la mise au point d'innovations nouvelles pour la réduction de la vulnérabilité des exploitants agricoles face au CC.

RÉAJUSTER LE CONSEIL À TRAVERS DE NOUVEAUX MESSAGES

Le CEF est un service agricole prenant en compte les aspects techniques, sociaux et environnementaux (Faure *et al.*, 2004). Le dispositif CEF du PROCOTON ne prend pas en compte suffisamment le contexte environnemental dans lequel évo-

luent les exploitations agricoles familiales, confirmant ainsi la non valorisation des logiques, connaissances et pratiques endogènes en management par le CEF (Moumouni *et al.*, 2011).

La prise en compte des connaissances, des pratiques endogènes à travers une approche participative associant les producteurs à l'identification des solutions possibles peut permettre un meilleur accès aux services dont ils ont besoin. Cela permettrait d'identifier et d'améliorer les options d'adaptation endogènes (prévision sur l'attitude des pluies pendant la saison pluvieuse sur la base de la production ou du comportement de certains arbres, etc. des producteurs (Chikozho, 2010).

Certes, le dispositif de CEF du PROCOTON permet aux producteurs d'échanger leurs expériences et d'acquérir des connaissances sur la gestion de leurs exploitations, mais il n'est pas prioritairement axé sur une politique d'adaptation et d'atténuation des risques climatiques encourus par les producteurs comme le recommandent Lamboll *et al.* (2011).

Introduire le CC dans le dispositif CEF du PROCOTON nécessite l'implication de nouveaux acteurs ayant des connaissances, et des compétences sur la caractérisation du CC et sur les innovations agricoles susceptibles de s'adapter à ces changements.

CONCLUSION

Les besoins exprimés par les AC face au CC ne sont pas explicitement dans le contenu du CEF de PROCOTON, orienté sur la gestion et la planification de l'exploitation, et insuffisamment sur les conseils techniques et organisationnels. Le contenu du CEF doit être adapté continuellement aux besoins des producteurs, y compris dans la gestion des risques climatiques. Pour introduire le CC dans le contenu du CEF, la FUPRO doit développer des relations et des échanges avec les centres de recherche, les services météorologiques et les radios locales.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AHO N, AHLOUSSOU E, AGBAHUNGBA G, 2006. *Evaluation concertée de la vulnérabilité aux variations actuelles du climat et aux phénomènes météorologiques extrêmes. Rapport de synthèse PANA – Benin / MEPN-PNUD Cotonou 52p + Annexes*
- AKPONIKPE P B I, TIDJANI M A 2012. *Evaluation des stratégies paysannes d'adaptation aux changements climatiques : cas de la production du maïs au nord-Bénin, African Crop Science Journal, Vol. 20, Issue Supplement s2, pp. 425 – 441.*
- BRYAN E, DERESSA TT, GBETIBOUO GA, RINGLER C, 2009. *Adaptation to climate change in Ethiopia and South Africa: options and constraints. Environmental Science and Policy 12 413-426.*
- CHIKOZHO C, 2010. *Applied social research and action priorities for adaptation to climate change and rainfall variability in the rainfed agricultural sector of Zimbabwe. Physics and Chemistry of the Earth 35, 780-790.*
- CHRISTOPLOS I, 2010. *Climate information and agricultural advisory services: A square peg in a round hole? Rural Development News2/ 2010, pp 7-13.*
- COOPER PJM, DIMES J, RAO KPC, SHAPIRO B, SHIFERAW B, TWOMLOW S, 2008. *Coping better with current climatic variability in the rain-fed farming systems of sub-Saharan Africa: An essential first step in adapting to future climate change? Agriculture, Ecosystems and Environment, 126 24-35.*
- DUGUÉ P, FAURE G, 2003. *Le conseil aux exploitations familiales. Actes de l'atelier sur le conseil aux exploitations agricoles en Afrique de l'Ouest et du Centre, 19-23 novembre 2001, Bobicon, Bénin. Montpellier, France, Cirad, Colloques, 78p. (ouvrage en cédérom).*
- FAURE G, COMPAGNONE C, 2011. *Les transformations du conseil face à une nouvelle agriculture. Cahier d'Agriculture 20 : 321-336.*
- FAURE G., REBUFFEL, P., VIOLAS D., 2011. *Systemic evaluation of advisory services to family farms in West Africa, The Journal of Agricultural Extension and Education, 17 (4) : 325-359.*
- GUIBERT H, ALLÉ U C, DIMON R O, DÉDÉHOUANOU H, VISSOH P V, VODOUHÉ S D, TOSSOU R C AGBOSSOU E K, 2010. *Correspondances entre savoirs locaux et scientifiques : perceptions des changements climatiques et adaptations, Etude en région cotonnière du Nord du Bénin. ISDA 2010, Montpellier – France, P : 1-10.*
- IFPRI, 2006. *From best practice to best fit: a framework for analyzing pluralistic agricultural advisory services worldwide, Washington, IFPRI, 121 p.*
- LAMBOLL R, NELSON V AND NATHANIELS N., 2011. *Emerging approaches for responding to climate change in African agricultural advisory services: Challenges, opportunities and recommendations for an AFAAS climate change response strategy. AFAAS, Kampala, Uganda and FARA, Accra, Ghana, 160p.*
- MOUMOUNI I, NOUATIN GS, BACO MN, 2011. *Du système formation et visites au conseil à l'exploitation agricole familiale au Bénin: rupture ou continuité? Cahiers Agriculture 20: 76-81.*
- NAMDAR-IRANI M, SOTOMAYOR O, 2011. *Le conseil agricole au Chili face à la diversité des agriculteurs. Cab Agric 20 : 352-358.*
- NEEF A, EKASINGH B, FRIEDERICHSEN R, BECU N, LIPPE M, SANGKAPITUX C, FRÖR O, PUNYAWADEE V, SCHLAD I, WILLIAMS PM, SCHREINEMACHERS P, NEUBERT D, HEIDHUES F, CADISCH G, THE DANG N, GYPMANTASIRI P,

HOFFMANN V, 2013. *Participatory Approaches to Research and Development in the Southeast Asian Uplands: Potential and Challenges*. In H.L. Fröblich et al. (Eds.), *Sustainable Land Use and Rural Development in Southeast Asia: Innovations and Policies for Mountainous Areas*, Springer Environmental Science and Engineering. 321- 365p.

PICHOT J P, FAURE G, 2010. *Systèmes d'innovations et dispositifs d'appui pour les agricultures africaines subsahariennes*. In Seiny-Boukar L., Boumard P., (eds). *Actes du colloque « Savanes africaines en développement : innover pour durer »*, 20-23 avril 2009, Garoua, Cameroun, 10p.

RAJALAHTI R, JANSSEN W, PEHU E, 2008. *Agricultural Innovation Systems: from diagnostics toward operational practices*, Discussion Paper 38, Washington, World Bank, 105 p.

REMERCIEMENT

Nous remercions la SNV pour avoir financé cette étude.

TROISIÈME PARTIE

Pratiques agricoles et itinéraires techniques innovants

ÉVALUATION DES RISQUES LIÉS À L'UTILISATION DE PESTICIDES EN CULTURE COTONNIÈRE AU MALI

LE BARS Marjorie*, Institut de Recherche pour le Développement IRD-UMR GRED

SIDIBÉ Fatoumata, Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée, (IPR/IFRA)

MANDART Elisabeth, Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier (CI-HEAM-LAMM)

FABRE Jacques, Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier (CI-HEAM-LAMM)

LE GRUSSE Philippe, Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier (CI-HEAM-LAMM) UMR GRED

DLAKITÉ Cheick Hamalla, Institut d'Economie Rurale (IER) du Mali

Auteur correspondant : marjorie.le-bars@ird.fr

RÉSUMÉ

L'Afrique est le continent qui utilise le moins de pesticides en volume en raison notamment de la pauvreté. Cependant, l'Afrique est l'une des régions où ces produits toxiques font le plus de dégâts sur les populations et l'environnement, particulièrement dans les régions rurales. Pour la majorité des exploitations agricoles, l'utilisation des pesticides permet d'assurer un bon rendement pour le coton et de réduire les pertes liées aux ravageurs ou maladies. Cependant, les principaux utilisateurs de ces produits ont une mauvaise connaissance des matières actives qu'ils utilisent, des doses à appliquer, des fréquences de traitement et de leurs effets sur la santé humaine et sur l'environnement. Au Mali, l'arsenal des pesticides utilisés en agriculture est très vaste mais il existe peu d'études sur les impacts des pesticides sur la santé et l'environnement. Pourtant, les risques liés à leur usage constituent un problème réel de santé publique et environnementale (dégradation des sols, pollution des eaux, diminution de la biodiversité...). Dans cette communication, nous présentons une analyse des matières actives présentes dans les produits distribués pour le coton et de leurs impacts sur la santé des utilisateurs. Les indicateurs de toxicité (aigüe et chronique) des matières actives sont calculés à partir de l'indicateur de risque des pesticides du Québec (IRPeQ) et d'EtoPhy. D'un point de vue environnemental, l'indicateur de mobilité a été calculé pour chaque matière active. Les résultats permettent de comparer les impacts sur la santé et l'environnement des matières actives selon les indicateurs définis. Certaines matières actives, homologuées au Mali,

pourraient être remplacées par des matières actives moins nocives pour le monde rural et à terme pour l'environnement. Cette première étude permettrait à terme de développer une base de données et une plateforme d'échange avec les partenaires concernés au niveau national et local afin de les sensibiliser aux problèmes des pesticides.

Mots clés : Coton, pesticides, santé publique, environnement, Mali

ABSTRACT

Africa is the continent which uses least pesticides in volume mainly because of poverty. However, Africa is one of the regions where these toxic products make most damages on the populations and the environment, especially in the rural regions. For the most part of farms, the use of pesticides allows to insure a good yield for the cotton and to reduce the losses linked to plant bugs or diseases. However, the main users of these products have a bad knowledge of the active materials that they use, doses to be applied, frequencies of treatment and their effects on the human health and on the environment. In Mali, the arsenal of pesticides used in agriculture is very vast but there are few studies on the impacts of pesticides on the health and the environment. Nevertheless, the risks linked to their use are a real problem of public and environmental health (degradation of grounds, water pollution, and decrease of the biodiversity). In this communication, we present an analysis of the present active materials in products distributed for the cotton and of their impacts on the health of the users. The indicators of toxicity (acute toxicity and chronicle toxicity) active materials are calculated from the indicator of risk of pesticides of Quebec (IRPeQ) and software called *EtoPhy*. From an environmental point of view, the indicator of mobility was calculated for every active materials. The results allow to compare the impacts on the health and the environment of the active materials according to defined indicators. Some of active materials, approved in Mali, could be replaced by less harmful active materials for the rural population and for the environment. This first study would allow to develop a database and a platform of exchange with the partners concerned at the national and local level to make sensitive them in the problems of pesticides.

Keywords: cotton, pests, public health, environment, Mali

INTRODUCTION

L'Afrique est le continent qui utilise le moins de pesticides en volume en raison notamment de la pauvreté. Cependant, c'est une des régions où ces produits toxiques font le plus de dégâts sur les populations et l'environnement, particulièrement dans les régions rurales. L'arsenal des pesticides utilisés en agriculture est très vaste et les informations concernant leur impact sur la santé et sur les écosystèmes sont rares. Leur cinétique est souvent complexe et les quantités qui après épandage sur les cultures atteignent en particulier les sols, l'eau, les animaux sont extrêmement variables et dépendent de nombreux facteurs notamment météorologique ou physico-chimique (Thiam A. *et al.*, 2009).

En Afrique Subsaharienne, la culture cotonnière nécessite à la fois l'apport d'engrais et celui de pesticides, parmi lesquels les insecticides occupent une bonne place. Actuellement, pour le développement des zones cotonnières, l'utilisation d'intrants est incontournable pour accroître la productivité. Les conditions climatiques et la pression parasitaires qui prévalent dans ces zones ne permettent pas d'envisager raisonnablement une culture cotonnière sans aucun traitement. En effet, pour la majorité des exploitations agricoles, l'utilisation des pesticides permet ainsi d'assurer un bon rendement de la culture de coton et de réduire les pertes liées aux ravageurs ou maladies. Afin de préserver la productivité et garantir un revenu minimum aux agriculteurs, une protection phytosanitaire raisonnée doit être mise en place sur la base de matières actives répondant aux normes internationales et d'un nombre réduit de traitements par an (Vaissayre M. *et al.*, 2008).

Au Mali, premier producteur de coton d'Afrique, la filière conventionnelle représente la part la plus importante de la production (Soumaré *et al.*, 2015). Afin de doubler ses productions en cinq ans (2014-2018), le gouvernement a augmenté les subventions aux intrants et abaissé le prix des engrais.

Au Mali, il n'existe aucune unité de formulation locale pour les pesticides. Les produits proviennent de nombreux pays (Europe, Chine, Inde, Côte d'Ivoire, Burkina Faso, Ghana...). Le Mali a signé et ratifié les principaux instruments juridiques internationaux relatifs à la gestion des produits chimiques (Yedan, 2017). La réglementation des pesticides est régie par différents textes de lois (CORAF/WECARD, 2012). Les Etats membres du Comité Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse au Sahel (CILSS) ont signé en 1992 une réglementation commune pour l'homologation des pesticides (CILSS, 1999). Aussi, le Comité sahélien des Pesticides (CSP), organe d'exécution, évalue régulièrement les dossiers d'homologation soumis par les firmes phyto-pharmaceutiques et octroie les autorisations de vente pour l'ensemble des Etats membres (Comité Sahélien des Pesticides, 2015).

A ce jour, il existe peu d'études sur les risques de ces produits sur la santé des po-

pulations rurales et sur l'environnement. Les agriculteurs ont, le plus souvent, une mauvaise connaissance des matières actives qu'ils utilisent, des doses à appliquer, des fréquences de traitement et de leurs effets sur la santé humaine et sur l'environnement (Mamane, 2015).

Dans cet article, nous présentons les résultats de nos travaux qui ont permis (i) de dresser un inventaire des matières actives présentes dans les pesticides utilisés pour le coton au Mali et (ii) de définir, à partir d'indicateurs, les risques sur la santé et les risques pour l'environnement. Ces premiers résultats permettraient en fonction des indicateurs, de conseiller les décideurs sur l'utilisation de matières actives moins toxiques que d'autres pour la santé des populations et l'environnement.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

INVENTAIRE DES PESTICIDES POUR LA CULTURE DU COTON

Cet inventaire a été réalisé en 2016 à partir (i) de données bibliographiques (en version papier et sur les bases de données sur internet) (FootPrint, 2016), (ii) de la liste des produits homologués par le CSP (Comité Sahélien des Pesticides, 2016), (iii) des données fournies par la CMDT (CMDT, 2015 ; CMDT, 2016) et (iv) d'enquêtes réalisées auprès des boutiques de Bamako, Bougouni, Koutiala, ainsi qu'auprès des vendeurs sur les marchés locaux et au niveau des villages dans ces zones.

Nous avons défini une base de données avec pour chaque produit disponible : la ou les matières actives associées et sa famille chimique, les concentrations des matières actives, les doses homologuées, la firme qui fabrique ce produit, le fournisseur au Mali ainsi que la notice du produit, quand celle-ci est disponible, et son homologation par le CSP.

CALCUL DE L'INDICE DE RISQUE DE TOXICITÉ (IRT) D'UNE MATIÈRE ACTIVE

L'indice de risque sur la santé (IRSA) représente le risque potentiel d'une matière active contenue dans une préparation commerciale donnée et selon son utilisation. Pour le calcul de l'IRSA, nous nous sommes appuyés sur celui développé au Québec (Samuel O. et al., 2012). Cet indicateur tient compte des principaux critères de toxicité aiguë et de toxicité chronique des matières actives, ainsi que du potentiel de persistance dans l'environnement et de bioaccumulation dans l'organisme humain (Mghirbi O. et al., 2014). Le calcul de cet indicateur tient compte aussi de certaines particularités des préparations commerciales (type de formulation : concentré soluble, granulés à disperser dans l'eau...) et des concentrations des matières actives dans les produits commerciaux.

Dans nos travaux de recherche, nous avons calculé l'IRSA pour chaque produit

recensé à partir de l'Indice de Risque de Toxicité des matières actives (IRT) et des autres indicateurs disponibles par produit commercial. Nous avons utilisé le logiciel EtoPhy qui pour chaque matière active fournit l'ensemble des indicateurs de toxicité aiguë et chronique pour déterminer l'IRT.

Nous avons fait le choix de ne pas présenter dans cet article l'IRSA dans son ensemble car nous ne souhaitons pas lister les produits avec les noms commerciaux. Nous présenterons les résultats sur les IRT en fonction des différentes matières actives présentes dans les pesticides.

L'IRT est un indicateur lié aux propriétés physicochimiques des matières actives (Samuel O. et al., 2012). L'IRT de la matière active est défini selon la formule suivante :

$$\text{IRT} = [\sum \text{Risques aigus} + (\sum \text{Risques chroniques} \times \text{FPer})]2$$

La toxicité aiguë correspond à ce qui est perçu directement par l'Homme lors de l'application des pesticides. Elle est déterminée selon les 6 critères suivants : toxicité orale (en fonction de la DL_{50}), toxicité cutanée (en fonction de la DL_{50}), toxicité inhalation (en fonction de la CL_{50}), irritation cutanée, irritation oculaire et de sensibilisation.

La toxicité chronique correspond aux risques sur le long terme suite à l'application de pesticides. Elle est déterminée selon les cinq critères suivants : cancérigène, perturbateur endocrinien, reproduction, neurotoxique, effets cumulés.

L'IRT dépend aussi du Facteur de Persistance dans les tissus vivants (FPer). La somme des risques chroniques est multipliée par un facteur en lien avec la persistance et le potentiel de bioaccumulation chez l'humain. Ce dernier permet d'obtenir un indice de risque toxicologique (Samuel O. *et al.*, 2012).

CALCUL DE L'INDICE DE RISQUES ENVIRONNEMENTAUX (IRTE)

L'IRTE repose sur l'indice développé par le groupe de travail MAPAQ-MDDEP au Québec. Cet indice tient compte de propriétés physicochimiques et écotoxicologiques des matières actives ainsi que de certaines caractéristiques liées à l'utilisation des préparations commerciales (Samuel O. *et al.*, 2012).

Dans le cas du Mali, les données pour calculer l'IRTE en fonction des propriétés écotoxicologiques ne sont pas entièrement disponibles pour les produits commerciaux (par exemple, la DL_{50} orale ou DL_{50} contact pour les abeilles ($\mu\text{g}/\text{abeille}$)).

Nous avons déterminé dans un premier temps la variable de mobilité d'une matière active en tenant compte de ces propriétés physicochimiques. Elle est représentée par la variable M dans le calcul d'indice de risque environnemental d'une matière active et est déterminée à partir de son potentiel de lessivage. L'indice GUS (*Ground-*

water Ubiquity Score) permet de calculer le potentiel d'un pesticide à contaminer l'eau souterraine par lessivage et l'eau de surface par l'infiltration via les systèmes de drainage. L'indice GUS se base sur deux propriétés physico-chimiques d'un composé : le coefficient d'adsorption sur le carbone organique (K_{oc}) et le temps de demi-vie dans le sol en condition aérobie (DT_{50}) (Samuel O. *et al.*, 2012). Son calcul se fait selon la formule suivante : $GUS = \log [(DT_{50}) \times (4 - \log (K_{oc}))]$. Si $GUS < 1,8$, le potentiel de lessivage est faible, si $GUS \geq 1,8$ et $GUS < 2,8$, le potentiel de lessivage est moyen et si $GUS \geq 2,8$, le potentiel de lessivage de la matière active est élevé.

La Mobilité d'une matière active dépend de sa dose dans la dose appliquée (DRA) et de l'indice GUS (Tab.1).

Tab. 1 : *Calcul de l'indice de mobilité d'une matière active (m.a.) en fonction de la DRA*

GUS	DRA (g ou ml m.a./ha) <2000	DRA (g ou ml m.a./ha) ≥ 2000
< 1,8	0	
≥ 1,8 et < 2,8	$M = 0,000375 (DRA) + 1,25$	2
≥ 2,8	$M = 0,0075 (DRA) + 2,5$	4

RÉSULTATS

LISTE DES PESTICIDES DISPONIBLES POUR LA CULTURE DU COTON AU MALI

Au total, 132 produits disponibles pour le coton conventionnel ont été recensés en 2016. Ils sont sous forme de formulation simple, binaire ou ternaire. Parmi ces produits, les insecticides sont largement représentés, avec 82 produits (62% de l'ensemble des pesticides) pour 50 herbicides (38% de l'ensemble des pesticides).

- Pour les herbicides, on distingue 19 matières actives réparties en 11 grandes familles chimiques (Tab.2). Sur ces matières actives, nous en avons identifié 6 qui ne sont plus homologuées en Europe (*acétochlore*, *métalochlore*, *oxyfluorfen*, *s-métalochlore*, *prométryne*, *terbutryne* et *trifloxysulfuron-sodium*). Elles se retrouvent seules ou associées dans 12 herbicides (environ 25%) disponibles au Mali.

Tab. 2 : *Liste des familles chimiques et des matières actives pour les herbicides (en gras : familles chimiques ou matières actives qui ne sont plus homologuées en Europe)*

Familles chimiques	Matières actives	nombre
Urées substituées	fluometuron, diuron, trifloxysulfuron-sodium	3
Anilines	pendiméthaline	1

Familles chimiques	Matières actives	nombre
Cyclohexanedione	cycloxydim, cléthodime	2
Aryloxyphenoxypropionate	propaquizafop, haloxyfop R-méthyl, fluazifopbutyl	3
Dérivées de la glycine	glyphosate	1
Isoxazolidinone	clomazone	1
Diphenyl ether	oxyfluorfen	1
Carboxamide	diflufenicanil	1
Oxyacetamide	flufenacet	1
Triazine	prométryne, terbutryne	2
Chloroacétamide	acétochlore, métolachlore, s-métolachlore	3
Total de matières actives		19

Pour les insecticides, on distingue 30 matières actives réparties en 2 grandes classes : les biopesticides (4 molécules actives) et les pesticides standards (26 molécules) (Tab. 3). Pour les biopesticides, nous avons les 4 matières actives suivantes : emamectine benzoate, spinosad, abamectine, azadirachtine. Ces molécules se retrouvent seules ou associées dans 15 produits de type insecticides. Pour les pesticides standards, 4 matières actives ne sont plus homologuées en Europe suivant la base FootPrint (<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/atoz.htm>) (cyantraniliprole, endosulfan, profenofos, novaluron). Elles se retrouvent seules (8 produits) ou associées (9 produits) dans 17 insecticides (soit environ 21%) disponibles au Mali.

Tab. 3 : Liste des familles chimiques et des matières actives pour les insecticides (en gras : matières actives qui ne sont plus homologuées en Europe)

BIO-PESTICIDES: INSECTICIDES		
Familles chimiques	Matières actives	nombre
dérivés micro-organismes	abamectine, azadirachtine, emamectine benzoate, spinosad	4
TOTAL		4

PESTICIDES: INSECTICIDES		
Familles chimiques	Matières actives	nombre
acide tétramique	spirotetramat	1
benzene-dicarboxamide	flubendiamide	1
benzoyls urée	diflubenzuron, lufenuron, novaluron, teflubenzuron	4

PESTICIDES: INSECTICIDES		
Familles chimiques	Matières actives	nombre
carbamates	thirame	1
diamides	cyantraniliprole	1
néonicotinoïdes	acétamipride, imidaclopride, thiamethoxam	3
organochlorines	endosulfan	1
organophostates	chlorpyrifos, malathion, profenofos	3
oxadiazines	indoxacarbe	1
phénylamides	métalaxyle	1
plénylurées	pencycuron	1
pyréthroides	betacyfluthrine, bifenthrine, cyperméthrine, deltaméthrine, lambda-cyhalothrine	5
pyrrolnitrines	fludioxonil	1
spinosynes	spinozetam	1
NC: non classé	pyriproxifene	1
TOTAL		26

CALCUL DE L'INDICE DE RISQUE DE TOXICITÉ (IRT) POUR LES HERBICIDES

Nous avons déterminé la toxicité aiguë, la toxicité chronique et l'IRT par matière active (tab.4).

On observe que le *diuron* se distingue des autres matières actives : il est très toxique pour la santé humaine (IRT= 1392). Le *diuron* présente un indice de toxicité aiguë élevé et les risques de toxicité par inhalation, irritation cutanée, irritation oculaire et irritation respiratoire sont très élevés. Sur le long terme, le *diuron* entraîne des risques de cancer élevé par effet cumulatif important. L'*acétochlore* et le *métalochlore*, deux matières actives interdites en Europe, présentent une toxicité pour la santé humaine moins élevée que le *diuron* mais les risques de toxicité aiguë et chronique sont importants. Sur le long terme, l'*acétochlore* entraîne des risques importants pour la reproduction et le développement alors que le *métalochlore* présente des risques élevés de cancer. On observe aussi que le *fluométuron* et la *pendiméthaline* présentent un risque pour la santé humaine important. Le *fluométuron* a une toxicité aiguë relativement faible par rapport à sa toxicité chronique sur le long terme. A l'inverse, la *pendiméthaline* présente un risque de toxicité aiguë important, notamment sur une irritation cutanée et oculaire importants, et présente une toxicité importante par inhalation.

D'autres matières actives ont des toxicités humaines globales faibles mais très élevées sur le court terme et sur le long terme. Certaines matières actives ont une toxicité aiguë importante alors que leur toxicité chronique est faible, par exemple :

flufénacet, glyphosate, haloxyfop-R-méthyl, trifloxysulfuron-sodium, cycloxydim, smétolachlore.

Certaines matières actives ont une toxicité chronique importante alors que leur toxicité aiguë est faible. Nous citerons le cas des matières actives suivantes : *propaquizafop, terbutryne* et *prométryne*.

Sur l'ensemble des matières actives (19), 12 ont une toxicité aiguë plus importante que leur toxicité chronique (63%).

Tab. 4 : IRT pour les matières actives présentes dans herbicides (en gras : matières actives qui ne sont plus homologuées en Europe)

Matières actives	Toxicité aiguë	Toxicité chronique	IRT mat. active
diuron	46	72	1392
acetochlore	36	32	462
fluometuron	18	50	462
pendiméthaline	40	27	449
métolachlore	34	32	436
flufénacet	40	20	360
propaquizafop	19	32,5	265
terbutryne	18	26	194
prométryne	16	24	160
s-métolachlore	22	18	160
fluazifop-p-butyl	18	20	144
glyphosate	36	1	137
diflufénicanil	20	15	123
haloxyfop-R-méthyl	32	2	116
cycloxydim	24	9	109
trifloxysulfuron-sodium	28	3	96
clomazone	15	10	63
cléthodime	18	4	48
oxyfluorfen	NC	NC	NC

CALCUL DE L'INDICE DE RISQUE DE TOXICITÉ (IRT) POUR LES INSECTICIDES

Comme pour les herbicides, nous avons déterminé la toxicité aiguë, la toxicité chronique et l'IRT par matière active (tab.5).

La *cyperméthrine* présente une grande toxicité pour la santé humaine (IRT très élevé).

La *cyperméthrine* peut entraîner une toxicité aiguë par inhalation par voie orale et cutanée et des irritations oculaire et cutanée.

Quatre matières actives présentent aussi une grande toxicité pour la santé humaine, citons : *bifenthrine*, *endosulfan* (interdite en Europe), *chlorpyrifos-éthyl* et la *deltaméthrine*. L'*endosulfan* et la *chlorpyrifos-éthyl* présentent des risques élevés de toxicité aiguë alors que le *bifenthrine* et l'*endosulfan* présentent des risques sur le long terme élevés (toxicité chronique importante).

Il est important de souligner que l'*abamectine*, qui fait partie des bio-pesticides, présente une toxicité importante pour la santé humaine. C'est surtout sa toxicité aiguë qui est très élevée par rapport à sa toxicité chronique. Elle présente des risques élevés de toxicité par inhalation.

D'autres matières actives ont des toxicités humaines globales plus faibles mais très toxiques au niveau aigu ou chronique pour la santé humaine. Certaines matières actives ont une grande toxicité aiguë mais presque sans effet chronique, citons : *lambda-cyhalothrine*, *thirame*, *métalaxyle*, *imidaclopride*, *emamectine benzoate* (bio-pesticide), *acétamipride*, *azadiractine* (bio-pesticide).

A l'inverse, certaines matières actives ont une faible toxicité aiguë mais une toxicité chronique importante : *malathion*, *thirame*, *betacyfluthrine*, *flubendiamide*, *lufenuron*.

Certaines matières actives ont des indices de toxicité aiguë et chronique quasi-identiques, comme par exemple : *profenofos* (matière active interdite en Europe), *spirotetramat*, *indoxacarbe*, *teflubenzuron*, *fludioxonyl*.

Tab. 5 : IRT pour les matières actives présentes dans les insecticides utilisés sur la culture du coton (en gras : matières actives qui ne sont plus homologuées en Europe)

Matière active	Toxicité aiguë	Toxicité chronique	IRT
cyperméthrine	40	108	2190
bifenthrine	25	72	941
endosulfan	43	51	884
chlorpyrifos-éthyl	44	48	846
deltaméthrine	20	72	846
abamectine	53	32	723
thirame	40	42	672
malathion	24	50	548
betacyfluthrine	29	40	476
flubendiamide	29	36	423
lambda-cyhalothrine	56	9	423

Matière active	Toxicité aigüe	Toxicité chronique	IRT
lufenuron	28	36	410
profenofos	29	27	314
spirotetramat	29	24	281
indoxacarbe	28	22,5	255
teflubenzuron	24	25	240
fludioxonyl	26	22,5	235
imidaclopride	34	13	221
emamectine benzoate	33	9	176
spinetoram	17	22,5	156
métalaxyle	35	2	137
acétamipride	32	2	116
pencycuron	16	12,5	81
azadirachtine	22	4	68
thiamethoxam	16	10	68
novaluron	16	3	36
diflubenzuron	18	0	32
spinosad	14	1	23
pyriproxylene	10	3	17
cyantraniliprole	3	6	8

CALCUL DE L'INDICE DE MOBILITÉ (M) PAR MATIÈRES ACTIVES POUR LES HERBICIDES

Selon la classification fournie par Samuel (Samuel *et al.*, 2012) et d'après les données ci-dessous (tab.6), trois classes se distinguent pour les herbicides :

Si l'indice GUS est inférieur à 1,8, le potentiel de lessivage de la matière active est faible. Elle est très peu mobile et se fixe dans le sol. Sur les 19 matières actives, 10 entrent dans cette classe (environ 52%) avec des indices K_{oc} et des demi-vies moyennes dans le sol variables : 3 jours pour la *cléthodime*, 5 jours pour la *cycloxydim*, 100 jours, soit un peu plus de 3 mois, pour la *pendiméthaline* (avec $K_{oc} > 10\,000$ très élevé). Le *glyphosate* est très peu mobile et sa demi-vie dans le sol est modérée (24 jours, K_{oc} élevé), le *fluaζifop-p-butyl* et le *haloxyfop-R-méthyl* sont très peu mobiles. Mais, le *fluaζifop-p-butyl* se fixe très fortement sur le carbone organique du sol (K_{oc} élevé proche de 4 000). En revanche, les demi-vies dans le sol du *fluaζifop-p-butyl* et le *haloxyfop-R-méthyl* sont très faibles (1 jour). Le *propaquizafop* se caractérise par une très faible mobilité et par une demi-vie dans le sol importante (85 jours). La *prométryne* et l'*acétochlore*, toutes les deux interdites en Europe, ont une faible mobilité et se fixe

dans le sol. Le *diflufénicanil* a une faible mobilité mais par contre présente une demi-vie très élevée par rapport aux molécules précédentes (315 jours).

Si l'indice GUS est compris entre 1,8 et 2,8, le potentiel de lessivage et la mobilité de la matière active sont moyens. Cette classe regroupe 6 matières actives (32 %), avec des indices K_{oc} et des demi-vies moyennes dans le sol variables : le *diuron* a un potentiel de lessivage moyen mais une durée de demi-vie importante (89 jours), le *métolachlore*, le *terbutryne* et le *trifloxysulfuron-sodium* (interdites en Europe) ont une mobilité moyenne.

Si l'indice GUS est supérieur ou égal à 2,8, le potentiel de lessivage de la matière active est élevé et elle présente donc une forte mobilité. A cette classe correspondent 3 matières actives (environ 16%), avec des indices K_{oc} et des demi-vies moyennes variables dans le sol.

Tab. 6 : Indicateur de mobilité des matières actives pour les herbicides (en gras : matières actives qui ne sont plus homologuées en Europe)

Matière active	DT ₅₀	K _{oc}	GUS
cléthodime	3	22,7	-0,69
cycloxdim	5	59	-0,42
pendiméthaline	100,6	17491	-0,32
glyphosate	23,79	1424	-0,25
fluazifop-p-butyl	1	3394	0
haloxyfop-R-méthyl	0,5	No data	0
propaquizafop	85	/	0
prométryne	41	400	0,59
diflufénicanil	315	1996	1,51
acetochlore	12,1	156	1,58
diuron	89	813	1,83
s-métolachlore	21	226,1	1,91
métolachlore	21	120	2,1
flufénacet	40	401	2,23
terbutryne	52	2432	2,4
trifloxysulfuron-sodium	70	306	2,73
clomazone	42,5	300	3
flupyr-sulfuron-méthyl	7,5	22,5	3,35
fluometuron	89,8	67,4	3,92

CALCUL DE L'INDICE DE MOBILITÉ (M) PAR MATIÈRES ACTIVES POUR LES INSECTICIDES

Comme pour les herbicides, nous avons déterminé l'indice GUS. Trois classes se distinguent également (Tab.7) :

Sur les 30 matières actives présentes dans les insecticides (y compris les biopesticides), 24 matières actives sont peu mobiles (80%) avec un indice GUS inférieur à 1,8. La *deltaméthrine* est la moins mobile dans le sol. Son indice K_{oc} est très élevé ($> 10\,000$), elle se fixe donc très fortement sur le carbone organique du sol. Par contre, elle n'est pas très persistante, sa demi-vie dans le sol est faible (21 jours). De même, la *lambda-cyhalothrine* n'est pas mobile dans le sol. Son indice K_{oc} est aussi très élevé donc elle se fixe très fortement sur le carbone organique du sol. Elle n'est pas non plus très persistante dans l'environnement et sa demi-vie dans le sol est faible (27 jours). La *bifenthrine*, le *fludioxonyl* et la *cyperméthrine* ne sont pas non plus mobiles et se fixent très fortement sur le carbone organique du sol. Elles sont modérément persistantes dans l'environnement avec des demi-vies allant de 20-25 jours (niveau faible) à 70-85 jours (niveau élevé). Soulignons que ces 5 matières actives peu mobiles sont présentes dans de nombreux produits commerciaux.

Deux matières actives (7%) ont un potentiel de lessivage moyen (indice GUS compris entre 1,8 et 2,8) : le *cyantraniliprole* et le *métalaxyle*. Moyennement mobiles, ils présentent une persistance moyennement élevée (entre 35 et 40 jours).

Quatre matières actives (13%) qui ont un potentiel de lessivage élevé (indice GUS supérieur ou égal à 2,8). L'*imidaclopride* a une forte mobilité et est très persistante dans l'environnement. En effet, sa demi-vie est de 174 jours. Le *flubendiamide* est très mobile. Cette matière active est la plus persistante dans l'environnement, sa demi-vie étant de 500 jours.

L'*endosulfan* (interdit en Europe) a un facteur de bioaccumulation très élevé (K_{oc} très supérieur à 10 000) ce qui laisse conclure à un potentiel de bioaccumulation dans le biote élevé. Malgré son indice de GUS élevé, les études montrent que l'*endosulfan* a une faible mobilité malgré des précipitations appréciables et l'irrigation (Convention de Rotterdam, 2011). L'*endosulfan* ne se biodégrade pas facilement dans l'eau, sa principale voie de dégradation étant l'hydrolyse. Par contre, sa persistance dans l'environnement est peu élevée (86 jours pour sa demi-vie). Le *thiamethoxam* est la matière active la plus mobile mais est peu persistante dans l'environnement.

Tab. 7 : Indicateurs de mobilité des matières actives présentes dans les insecticides (en gras : matières actives qui ne sont plus homologuées en Europe)

Matière active	DT₅₀	K_{oc}	GUS
deltaméthrine	21,0	10 240 000	-4,26
lambda-cyhalothrine	26,9	283 707	-3,28
bifenthrine	86,8	236 610	-2,76
fludioxonyl	20,5	145 600	-2,67
cyperméthrine	69,0	156 250	-2,19
betacyfluthrine	13,0	64 300	-1,17
spirotetramat	0,7	289	-1,12
teflubenzuron	13,7	26 062	-0,82
lufenuron	256,0	41 182	-0,81
spinosad	15,0	34 600	-0,63
pyriproxylene	4,2	21 175	-0,27
emamectine benzoate	1,1	377 000	-0,06
abamectine	1,0	6 631	0,00
malathion	1,0	1 800	0,00
thirame	15,0	9 629	0,01
novaluron	96,5	9 598	0,02
indoxacarbe	20,0	6 450	0,13
chlorpyrifos-éthyl	21,0	8 151	0,17
diflubenzuron	3,0	4 620	0,17
acétamipride	3,0	200	0,40
pencycuron	37,7	4 906	0,59
profenofos	7,0	2 016	0,59
spinetoram	2,8	22 836	0,72
azadirachtine	5,0	180	1,22
cyantraniliprole	34,4	241	2,63
métalaxyle	38,7	162	2,79
imidaclopride	174,0	225	3,74
flubendiamide	500,0	2 197	3,98
endosulfan	86,0	11 500	4,34
thiamethoxam	39,0	56	4,69

CONCLUSION

Le travail réalisé sur l'inventaire des produits phytosanitaires utilisés sur le coton conventionnel au Mali montre l'importance de ces produits commercialisés. En effet, nous avons recensé 132 produits commercialisés et homologués par le CILSS : 62% d'insecticides et 38% d'herbicides. Sur l'ensemble des produits, nous avons identifié 39 matières actives : 19 pour les herbicides et 30 pour les insecticides. Parmi ces matières actives, 10 sont interdites en Europe et se retrouvent dans 36 produits homologués (soit environ 28% de l'ensemble des produits disponibles).

Un exemple important est celui de l'*endosulfan*. En 2007, le CSP a recommandé d'interdire l'utilisation de l'*endosulfan* en agriculture. Compte tenu du temps nécessaire pour épuiser les stocks, cette décision est entrée en vigueur en novembre 2007 en ce qui concerne la distribution et en décembre 2008 pour ce qui est de l'utilisation (Convention de Rotterdam, 2011). Lors de nos travaux sur les produits utilisés et disponibles sur le coton, nous avons trouvé quelques produits contenant de l'*endosulfan*. Un suivi et un contrôle des produits vendus dans les zones non urbaines permettraient de mieux sensibiliser les acteurs aux divers risques qu'ils encourent à l'utilisation d'un tel produit que ça soit pour la santé ou pour l'environnement.

Les premiers résultats de notre étude permettent de comparer les impacts sur la santé et l'environnement des matières actives selon les indicateurs définis. On observe que certaines matières actives, homologuées au Mali, pourraient être remplacées par des matières actives moins nocives pour le monde rural et, à terme, pour la santé des applicateurs et pour l'environnement.

Dans cet article, nous n'avons pas souhaité discuter directement à partir des noms des produits commercialisés et homologués. Mais sur la base de nos travaux, il est possible de comparer les produits phytosanitaires entre eux afin de choisir les produits qui présentent le moins de risque pour la santé et l'environnement. Il est ainsi possible de comprendre et de limiter l'incidence de la dose homologuée et réellement appliquée d'un produit au champ sur le risque santé et environnement. Ces travaux pourraient à terme être complétés par des approches au niveau des exploitations agricoles. Cela permettrait de tenir compte des itinéraires techniques et donc des doses réellement appliquées (et non de celles homologuées). Ceci permettrait d'être au plus proche des pratiques des agriculteurs et de donner de meilleurs conseils pour l'application des produits phytosanitaires. La diffusion de ce type d'approche aux décideurs leur permettrait d'évaluer les impacts de tels ou tels produits sur la santé et l'environnement.

Soulignons que la Direction Nationale de l'Agriculture du Mali a fait du contrôle phytosanitaire une de ses priorités. Ainsi, une de ses divisions est en charge du contrôle des distributeurs afin de s'assurer que seuls les produits homologués sont

mis à la disposition des producteurs. Cependant, les agents de contrôle sont en nombre insuffisant et ils n'ont pas de moyens de contrôle suffisants pour couvrir l'ensemble du territoire. Il est pourtant important de sensibiliser l'ensemble des acteurs de la filière sur les risques phytosanitaires. Aussi, la mise en place de formation et d'atelier de sensibilisation des vendeurs au niveau des villages et villes permettraient de professionnaliser la vente des produits (aide à l'évolution vers des magasins autorisés et agréés, renforcement des moyens de contrôle et de suivi, etc.).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Banque mondiale et Conseil Ouest Africain pour la Recherche et le Développement Agricoles (CORAF/WE-CARD) (2012) *Actualisation du plan de gestion des pestes et des pesticides (rapport final)* 69 pages
- [CMDT. \(2013\).](#) *Programme de développement stratégique de la filière coton du Mali de 2013 à 2018.*
- CMDT (2015) *Note sur l'utilisation des insecticides dans les zones CMDT et OHVN, campagne 2015-2016.* 6 p.
- CMDT (2016) *Note sur l'utilisation des insecticides dans les zones CMDT et OHVN, campagne 2016-2017.* 7 p.
- Comité Permanent Inter-États De Lutte Contre La Sécheresse Dans Le Sabel (CILSS) (1999) *Réglementation commune aux états membres du CILSS sur l'homologation des pesticides.* 27 p.
- Comité Sabélien des Pesticides (2016) *Liste globale des pesticides autorisés par le CSP 2016.* 29 p.
- Convention de Rotterdam (2011) *Document d'orientation des décisions: Endosulfan.* 32 pages
- FootPrint (2016) *Working Guidebook to the National Footprint Accounts.* April 2016. 73 p.
- Mamane A. (2015) *Effets Sanitaires Aigus De L'exposition Aux Pesticides En Milieu Rural.* Thèse de Doctorat Université de Bordeaux. 235 p.
- MGHIRBI O., ELLEFI K., LE GRUSSE PH., MANDART E., FABRE J., AYADI H., BORD., J.-P. (2014) « *Assessing Plant Protection Practices Using Pressure Indicator And Toxicity Risk Indicators: Analysis Of The relationship Between These Indicators For Improved Risk Management, Application In Viticulture* » *Environmental Science And Pollution Research*
- MGHIRBI O., (2016) *Résilience des exploitations agricoles sous contrainte de réduction des risques de toxicité liés aux pratiques phytosanitaires : cas du bassin versant de l'étang de l'Or.* Thèse de doctorat. Université de Montpellier 3.
- SAMUEL O., DION, S., ST-LAURENT L., APRIL M.-H. (2012). *Indicateur de risque des pesticides du Québec – IRPeQ – Santé et environnement.* Québec : ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation/ ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs/ Institut national de santé publique du Québec, 48 p.
- SOUMARÉ M., BÉLIÈRES J-F. ET AL. (2015). *L'intégration aux marchés internationaux pour les exploitations familiales cotonnières au Mali.* In Bosc P-M. et al. (2015). *Diversité des agricultures familiales : exister, se transformer, devenir.* Nature et société. Versailles (France) : Editions Quae. p.57-75.
- THIAM A., SAGNA M.B., (2009) « *Monitoring des pesticides au niveau des communautés à la base* » *Rapport Régional Afrique, Pesticide Action Network Africa (PAN Africa) Dakar,* 57p.
- VAISSAYRE M., CRETENET M. (2008) « *Risques environnementaux liés à la culture du cotonnier en Afrique francophone : bilan et évolutions en cours* » *Environmental Risk in Cotton Production, ICAC 67 – Ouagadougou, Technical Seminar, 20 novembre 2008,* p.8.
- YEDAN I., (2017) « *Mise en évidence des modes d'usage et niveau de connaissance des produits phytosanitaires en milieu agricole malien. Etude des perceptions dans le village de Karo nouvelle zone cotonnière de Kita* » *Mémoire de Master 2, CIHEAM-LAM, Montpellier,* 126p.

ÉVALUATION DE LA RÉSISTANCE DE HUIT VARIÉTÉS DE COTONNIER (*GOSSYPIMUM HIRSUTUM* L.) AUX TROIS PRINCIPAUX INSECTES PIQUEURS-SUCEURS HOMOPTÈRES AU TOGO.

KOFFI Kokou Zovodu, GNOFAM Nambou, AKANTETOU Pikassalé,
AYEVA Bassarou, BONFOH Bèdibètè, Komlan, KILIMOU Pali,
AGUEM¹ Sam Matanoyou, Institut Togolais de la Recherche Agronomique
/ Centre de Recherche Agronomique de la Savane Humide (ITRA/CRA-
SH) BP : 01 Anié E-mail : crash@laposte.tg / kofzovodu@yahoo.fr

AZLADEKEY Mawuli. Ecole Supérieure d'Agronomie / Université de Lomé
(ESA/ UL). BP : 1515 Lomé-Togo.

Auteur correspondant : GNOFAM Nambou Email : crash@laposte.tg / [gno-
phe2005@yahoo.fr](mailto:gno-
phe2005@yahoo.fr)

RÉSUMÉ

Les principaux insectes homoptères piqueurs-suceurs rencontrés en culture cotonnière au Togo sont les pucerons (*Aphis gossypii* Glover, 1877), les mouches blanches (*Bemisia tabaci* Gennadius, 1889) et les jassides (*Jacobiella fascialis* Jacobi, 1912). Dans la perspective de contribuer à l'élaboration d'une stratégie de gestion intégrée de ces insectes, un test de résistance variétale a été réalisé sur la station de recherche de Kolokopé de juillet à octobre 2016. Huit variétés de cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) ont été testées dans un dispositif de blocs de Fisher à trois répétitions. L'essai a été conduit en condition d'infestation naturelle et en absence de traitement phytosanitaire. Les paramètres mesurés ont été les populations des insectes homoptères piqueurs-suceurs et les caractéristiques morphologiques des feuilles. Les résultats ont montré des populations de pucerons et de jassides non statistiquement différents entre les huit variétés. Par contre la population des mouches blanches a été plus faible sur la variété PALMERI que sur la variété OKLAHOMA RED. Les résultats de corrélation entre les caractéristiques morphologiques et les populations de ces piqueurs-suceurs ont montré que (i) une réduction de la largeur du lobe centrale entraîne une réduction du nombre moyen d'individu de *B. tabaci* par feuille, (ii) une augmentation de la densité des poils entraîne une augmentation du nombre de pucerons par feuille et (iii) une augmentation de la densité des glandes à gossypol entraîne une réduction du nombre de puceron par feuille. Les variétés PALMERI et HG151-1 peuvent être exploitées dans des croisements simples et pyramidaux avec des variétés togolaises, suivis d'une série de *backcross* afin de créer des lignées isogéniques pour leur comportement vis-à-vis d'insectes homoptères piqueurs-suceurs.

Mots clés : Insectes piqueurs-suceurs, évaluation, résistance, variétés, cotonnier, Togo

ABSTRACT

Main cotton picking-sucking insects encountered in cotton growing area in Togo are aphids (*Aphis gossypii* Glover, 1877), white flies (*Bemisia tabaci* Gennadius, 1889), and jassids (*Jacobiella fascialis* Jacobi, 1912). In order to contribute to the development of an integrated management strategy for these insects, a varietal resistance test was carried out on Kolokopé research station from July to October 2016. Eight cotton varieties (*Gossypium hirsutum* L.) were tested in a three-replication Fisher block device. The test was carried out under natural infestation conditions and in the absence of phytosanitary protection. Measured parameters were population of picking-sucking insects per leaf and morphological characteristics of the leaves. The results showed that the populations of aphids and jassids were statistically the same on the eight varieties. On the other hand, the populations of white fly were least on PALMERI variety than OKLAHOMA RED variety. The correlation result between the morphological characteristics and the insect population per leaf has shown that (i) a reduction of the width of the central leaf lobe involve the reduction of the number of white fly per leaf, (ii) an increasing of the hairs density on the main vein of the leaves increase the number of aphids per leaf and (iii) an increasing of the gossypol glands density on the leaves, decrease the number of aphids per leaf. The varieties PALMERI and HG151-1 varieties could be use in simple and pyramidal crosses with Togolese varieties, followed by a series of back-crosses, in order to create isogenic lines for their behaviour regarding sucking insects.

Key words: Picking-sucking insects, evaluation, resistance, varieties, cotton, Togo

INTRODUCTION

En Afrique subsaharienne et spécifiquement au Togo, le complexe des ravageurs du cotonnier cultivé (*Gossypium hirsutum* L.) est particulièrement riche. On note des attaques du semis jusqu'à la récolte. Pour maîtriser certains de ces ravageurs, cinq à six applications insecticides sont effectuées sur la base d'un calendrier préétabli, selon qu'on soit dans le nord ou le sud de la zone cotonnière. Dans ces deux zones, les applications ciblées contre les homoptères piqueurs-suceurs que sont les pucerons (*Aphis gossypii* Glover, 1877) et les mouches blanches (*Bemisia tabaci* Gennadius, 1889), n'interviennent qu'au début de l'ouverture des capsules, après deux premières applications, pour préserver la qualité du coton. En effet, ces deux insectes homoptères piqueurs-suceurs ont longtemps eu le statut de ravageurs secondaires et leurs dégâts affectaient plus la qualité que la quantité du coton-graine. Leur accès progressif au rang de ravageurs principaux (Vaissayre, 2006 ; Akantetou, 2012) et leur apparition très précoce en période végétative ont réduit l'efficacité de ce programme de protection. Ces ravageurs affectent le développement de la plante et contribuent donc à la baisse de son potentiel de production. Le risque de déve-

loppement de divers mécanismes de résistance des insectes aux molécules actives, la prise de conscience des effets non intentionnels des insecticides de synthèse sur l'écosystème et sur la santé humaine, et le renforcement de la réglementation sur leur utilisation font que l'augmentation du nombre de traitements insecticides pour la protection du cotonnier contre les piqueurs-suceurs n'est pas une solution écologiquement et économiquement tenable. En vue de maîtriser ces piqueurs-suceurs, il est alors nécessaire de faire appel à des méthodes alternatives de lutte. Le développement de variétés de cotonnier tolérantes ou résistantes à ces piqueurs-suceurs est l'une des approches. Par conséquent, la sélection de telles variétés peut devenir une composante importante dans l'élaboration des programmes de lutte intégrée contre les piqueurs-suceurs du cotonnier au Togo. L'objectif de cette étude était d'identifier les variétés de cotonnier résistantes ou présentant un meilleur niveau de tolérance aux attaques des insectes homoptères piqueurs-suceurs en absence de traitement phytosanitaire.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

SITE D'EXPÉRIMENTATION

L'étude a été conduite en 2016 sur la Station Expérimentale du Centre de Recherche Agronomique de la Savane Humide (CRA-SH) de Kolokopé (N 7°47'56" ; E 1°17'38") (figure1). Le climat est de type soudano-guinéen caractérisé par deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches. Les sols sont de type vertisol, représentatifs de la région.

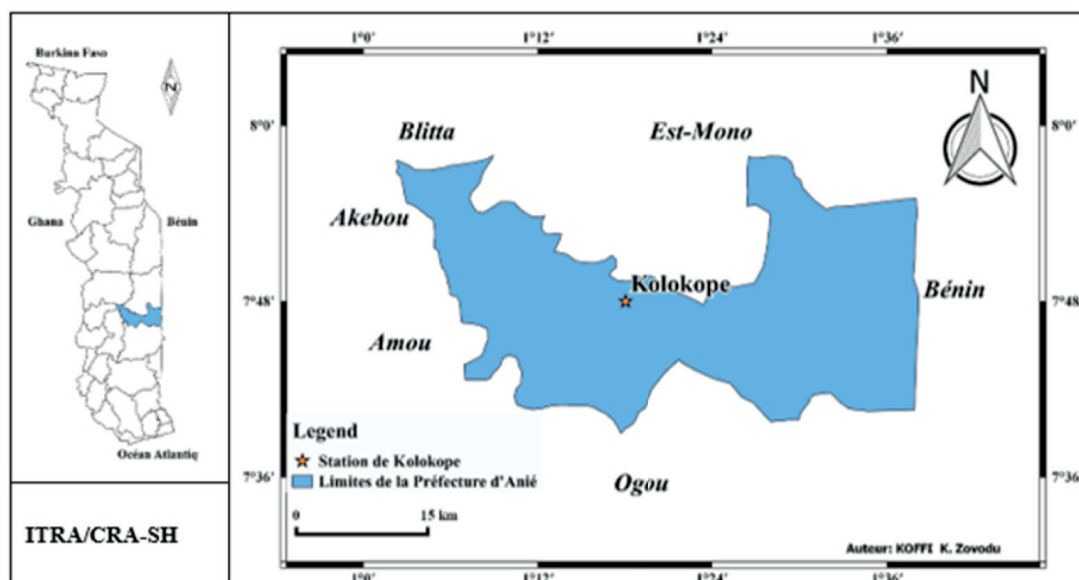


Figure 1 : Carte du Togo et site de l'essai sur la station expérimentale de Kolokopé

MATÉRIEL VÉGÉTAL ET DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Le matériel végétal était constitué de huit variétés de l'espèce *G. hirsutum* L., dont les principales caractéristiques morphologiques sont portées dans le tableau 1.

Tableau 1 : *Principales caractéristiques morphologiques des variétés de cotonnier G. hirsutum L. mise en expérimentation*

Variété	Origine	Caractéristiques particulières
TAM 129A	Togo	Feuilles normales et très pileuses, pollen crème, très pileux
PALMERI	Togo	Feuilles normales, pollen crème, sauvage
YUCATANENSE	Togo	Feuilles petites de forme normale, pollen crème, sauvage
H406-7 FREGO	Togo	Bractées frego
OKLAHOMA RED	CIRAD	Plants de couleur rouge
HG151-5	CIRAD	forte densité des glandes à gossypol et absence de nectaire
SRT1* STAM 129 A	CIRAD -Togo	Feuilles extrêmement pileuses
PUNCTATUM	Togo	Feuilles normales, pollen crème, sauvage

Le dispositif expérimental était constitué de blocs de Fisher avec huit variétés et trois répétitions. Chaque parcelle élémentaire était constituée de cinq lignes de 3 m chacune. L'écartement entre deux lignes consécutives était 80 cm et entre deux poquets consécutifs sur la même ligne était de 30 cm. Les observations ont été effectuées sur la ligne centrale.

CONDUITE DE L'ESSAI

La parcelle de l'essai a été labourée le 21 mai 2016, semée le 18 juillet et ressemée 7 jours après. Le démariage à un plant par poquet et l'apport d'engrais NPKSB (12-20-18-5-1) à la dose de 150 kg/ha ont été effectués 20 jours après semis (j.a.s.). L'apport d'urée à la dose de 50 kg/ha a été effectué 40 j.a.s. Toutes les parcelles élémentaires ont reçu la même quantité d'engrais. Aucune application insecticide n'a été réalisée.

PARAMÈTRES MESURÉS

Les observations ont porté sur le nombre d'insectes homoptères piqueurs-suceurs par feuille et sur les caractéristiques morphologiques des feuilles.

Dénombrement des populations des insectes piqueurs-suceurs

Le comptage du nombre de pucerons, de mouches blanches et de jassides a été effectué sur toutes les feuilles de la tige principale de quatre plants consécutifs choisis et marqués sur la ligne centrale de chaque parcelle élémentaire. Le comptage a été effectué du 4 août au 28 octobre 2016, une fois par semaine le matin de 6 h 00' à 8 h 30'.

Caractéristiques morphologiques des feuilles

Les caractéristiques morphologiques ont été mesurées sur 10 feuilles prélevées sur des plants des lignes de bordure de chaque parcelle élémentaire au début de la floraison. Il s'agit des feuilles localisées sur la tige principale à la troisième ou quatrième position en partant du sommet vers la base de la plante (Butter & Vir, 1989). Ces caractéristiques morphologiques étaient (i) la densité des poils sur le pétiole et sur la nervure principale (PPe et PNP), (ii) la densité des glandes à gossypol sur le pétiole et sur la nervure principale (GPe et GNP), (iii) la longueur du pétiole (LPe), (iv) la longueur de la nervure principale (A), (v) la distance du point d'insertion du pétiole sur le limbe à la base du sinus le plus profond du lobe central (B), (vi) la largeur du lobe central (C) (figure 2) et (vi) le nombre de nectaires sur la feuille. Sur le pétiole, la densité des poils et des glandes a été évaluée sur une section de 1 cm prélevée en partant de son point d'insertion sur le limbe. Sur la nervure principale, cette densité a été évaluée sur une section de 1 cm prélevée en partant de la glande nectaire vers l'extrémité de la feuille. Pour les feuilles sans nectaire, nous avons laissé 2 cm en partant de la base avant le prélèvement des 1 cm. L'évaluation de la densité à consister à compter sur la section de 1 cm le nombre de poils et de glandes à gossypol à l'aide d'une loupe binoculaire.

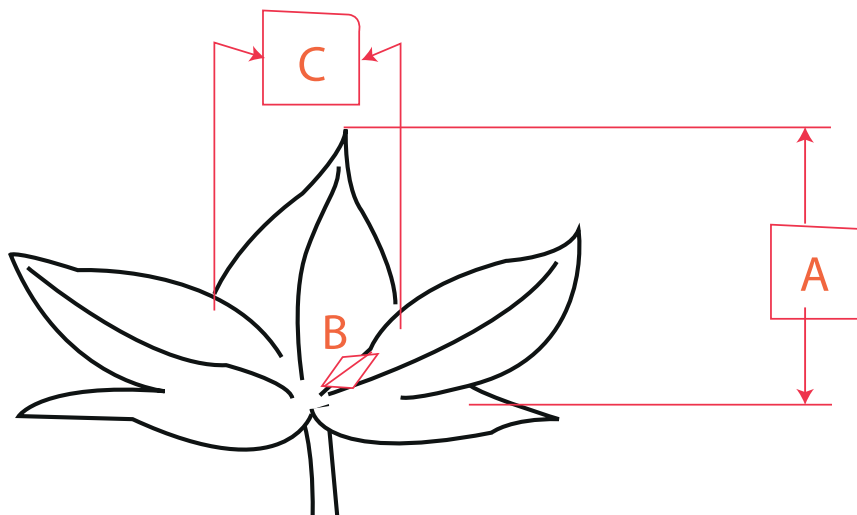


Figure 2 : Schéma de mesure de certaines caractéristiques de la feuille (Source : BOULANGER et PINHEIRO, 1971).

ANALYSE DES DONNÉES

Les données collectées ont été saisies et traitées avec le tableur Excel et les analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel XLSTAT version 2014. Les comparaisons des moyennes ont été faites avec le test de Tukey (HSD) au seuil de 5 % lorsque la valeur F calculée de l'analyse de la variance était significative au même seuil.

Grace aux dénombrements hebdomadaires les moyennes mensuelles et générales d'individus de chaque ravageur par feuille étaient déterminées. Ainsi on a les moyennes d'individus par feuille de (i) jassides en août (JA), en septembre (JS), en octobre (JO) et en générale (JAN), (ii) puceron en août (PA), en septembre (PS), en octobre (PO) et en générale (PAN) et (iii) mouche blanche en août (BTA), en septembre (BTS), en octobre (BTO) et en générale (BTAN). Avant les analyses de la variance, les données ont été transformées par la formule $\sqrt{x+1}\sqrt{x+1}$ (Vilain, 1999) $\sqrt{x+1}$ (Vilain, 1999). afin de stabiliser la variance. Afin de déterminer les relations qui existent entre les caractéristiques morphologiques et le nombre des insectes piqueurs-suceurs par feuille la corrélation de Pearson a été calculée en utilisant les moyennes parcellaires (ddl = 22). (Vilain, 1999)

RÉSULTATS

NOMBRE DE PUCERONS PAR FEUILLE EN FONCTION DES VARIÉTÉS

Les résultats montrent que le nombre de pucerons par feuille en août, en septembre et en octobre n'a pas varié significativement en fonction des variétés (tableau 2). En moyenne, toutes variétés confondues, le nombre de pucerons par feuille était de $0,56 \pm 0,18$ en août, de $3,47 \pm 0,22$ en septembre et de $2,34 \pm 0,24$ en octobre.

Tableau 2 : *Nombre de pucerons par feuille en fonction des variétés en août (PA), en septembre (PS) et en octobre (PO)*

Variétés	Nombre moyen de pucerons aptères par feuille		
	Août	Septembre	Octobre
H 406-7 FREGO	$0,41 \pm 0,18$	$3,93 \pm 0,22$	$3,31 \pm 0,8$
HG 151-5	$0,33 \pm 0,18$	$3,20 \pm 0,22$	$1,45 \pm 0,8$
OKLAHOMA RED	$0,22 \pm 0,18$	$2,88 \pm 0,22$	$3,63 \pm 0,8$
PALMERI	$0,18 \pm 0,18$	$3,92 \pm 0,22$	$1,05 \pm 0,8$
PUNCTATUM	$0,84 \pm 0,18$	$3,58 \pm 0,22$	$3,42 \pm 0,8$
SRT1 * STAM129A	$0,19 \pm 0,18$	$3,77 \pm 0,22$	$5,37 \pm 0,8$
STAM 129A	$1,85 \pm 0,18$	$3,03 \pm 0,22$	$2,95 \pm 0,8$
YUCATANENSE	$0,49 \pm 0,18$	$3,46 \pm 0,22$	$2,88 \pm 0,8$
CV (%)	25,35	14,77	16,09
F	0,89	0,19	1,85
Pr > F	0,543	0,983	0,164

NB : Les valeurs à l'intérieur d'une même colonne sont des moyennes \pm Erreur Standard. CV = coefficient de va-

riation, F : valeur de Fisher calculée, $Pr>F$: Probabilité associée au F calculé, si cette probabilité est inférieure au seuil de 5 %, la différence est jugée significative

En considérant la moyenne générale de puceron par feuille, le résultat ne met pas en évidence une différence significative entre les variétés. (figure 3).

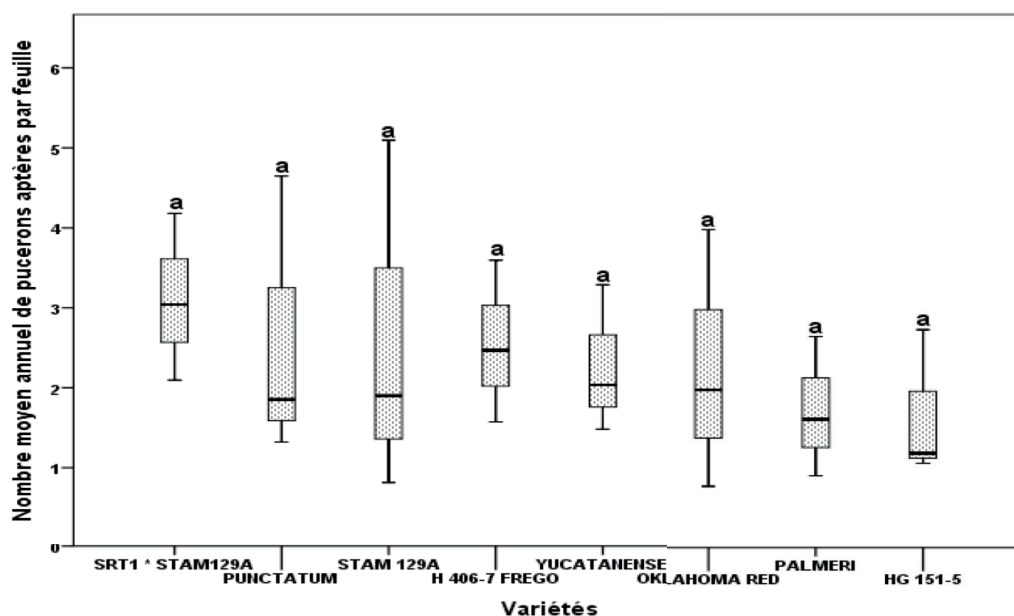


Figure 3 : Nombre moyen annuel de pucerons aptères par feuille suivant les variétés testées (PAN). Chaque boîte est composée de minimum (extrémité basse), 1^{er} quartile (bas du rectangle), moyenne (trait noir épais), 3^e quartile (haut du rectangle) et maximum (extrémité haute). Les boîtes non affectées de lettre sont statistiquement identiques au seuil de 5 % ($F=0,692$; $ddl=7$; $p=0,678$)

NOMBRE DE JASSIDES PAR FEUILLE EN FONCTION DES VARIÉTÉS

Les résultats montrent que le nombre de jassides par feuille en août, en septembre et en octobre n'a pas varié significativement en fonction des variétés (tableau 3). En moyenne, le nombre de larves de jassides par feuille a été respectivement de $0,07 \pm 0,02$; $0,2 \pm 0,02$ et de $0,33 \pm 0,01$.

Tableau 3 : Nombre moyen de larves de jassides par feuille en fonction des variétés en août (JA), en septembre (JS) et en octobre (JO).

Variétés	Nombre de larves de jassides par feuille		
	Août	Septembre	Octobre
HG 151-5	$0,15 \pm 0,02$	$0,14 \pm 0,02$	$0,20 \pm 0,01$
H 406-7 FREGO	$0,02 \pm 0,02$	$0,30 \pm 0,02$	$0,85 \pm 0,01$
OKLAHOMA RED	$0,05 \pm 0,02$	$0,22 \pm 0,02$	$0,41 \pm 0,01$
PALMERI	$0,08 \pm 0,02$	$0,14 \pm 0,02$	$0,16 \pm 0,01$
PUNCTATUM	$0,11 \pm 0,02$	$0,23 \pm 0,02$	$0,18 \pm 0,01$
SRT1 * STAM129A	$0,05 \pm 0,02$	$0,17 \pm 0,02$	$0,06 \pm 0,01$

Variétés	Nombre de larves de jassides par feuille		
	Août	Septembre	Octobre
STAM 129A	0,05 ± 0,02	0,17 ± 0,02	0,16 ± 0,01
YUCATANENSE	0,11 ± 0,02	0,22 ± 0,02	0,63 ± 0,01
CV (%)	4,32	4,10	14,98
F	1,00	1,01	1,09
Pr > F	0,472	0,464	0,421

NB : Les valeurs à l'intérieur d'une même colonne sont des moyennes \pm Erreur Standard. CV = coefficient de variation, F : valeur de Fisher calculée, Pr>F : Probabilité associée au F calculé, si cette probabilité est inférieure au seuil de 5 %, la différence est jugée significative.

La moyenne générale de jassides par feuille n'a pas varié significativement en fonction des variétés, mais, en représentation graphique, la tendance est en faveur des variétés SRT1*STAM129 A, STAM 129A et PALMERI (figure 4). Les box plot montrent que le nombre maximum d'individus moyen annuel de jassides par feuille enregistrée sur la variété SRT1*STAM129A a été inférieur au nombre minimum d'individus moyen annuel de jassides par feuille enregistrée sur les variétés HG151-1, YUCATANENSE, OKLAHOMA RED et PUNCTATUM.

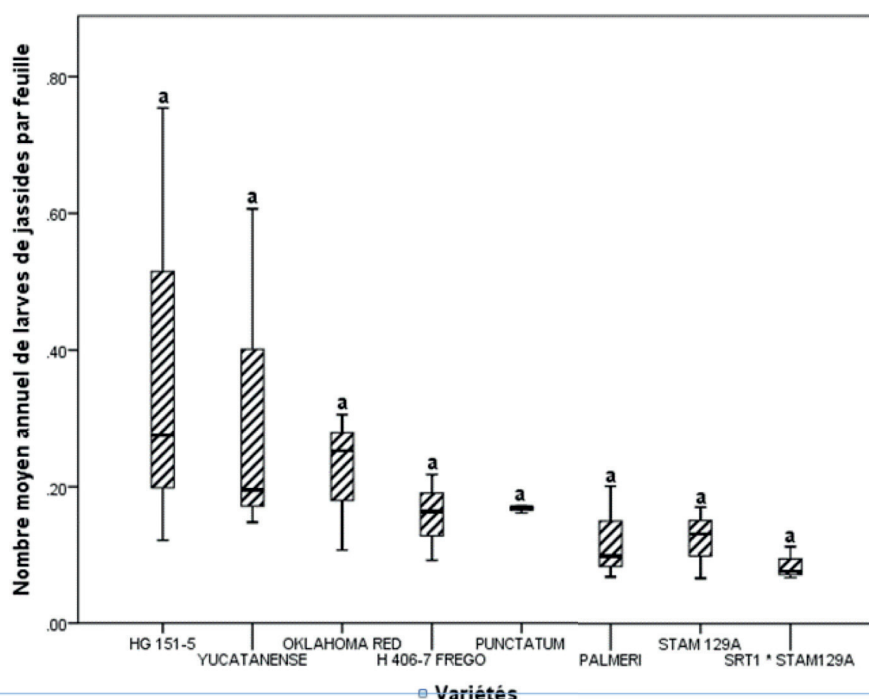


Figure 4 : Nombre moyen annuel de larve de jassides par feuille (JAN). Chaque boîte à moustache est composée de minimum (extrémité basse), 1er quartile (bas du rectangle), moyenne (trait noir épais), 3ème quartile (haut du rectangle) et maximum (extrémité basse). Les boîtes affectées de la même lettre sont statistiquement identiques au seuil de 5 % ($F = 1.53$; $ddl = 7$; $p = 0.240$).

NOMBRE DE MOUCHES BLANCHES PAR FEUILLES EN FONCTION DES VARIÉTÉS

Les résultats de ce travail montrent que la moyenne en octobre et la moyenne générale de mouches blanches par feuille ont varié significativement en fonction des variétés (tableau 4 et figure 5). La comparaison des moyennes en octobre a révélé que le nombre de mouche blanche par feuille était plus faible significativement sur les variétés PALMERI, SRT1*STAM129 A et STAM 129A que sur la variété OKLAHOMA RED. Pour le reste des variétés, ce nombre était intermédiaire à celui des deux groupes précédents de variétés. La comparaison des moyennes générales a montré également que le nombre de mouches blanches par feuille a été plus faible significativement sur les variétés PALMERI, STAM 129A et YUCATANENSE que sur la variété OKLAHOMA RED.

On a n'a pas mis en évidence une différence significative entre les variétés quant au nombre moyen de mouches blanches par feuille en août et en septembre (tableau 4). En moyenne, le nombre de mouches blanches par feuille a été de $0,14 \pm 0,04$ en août et de $0,13 \pm 0,02$ en septembre.

Tableau 4 : Nombre moyen de mouches blanches par feuille en fonction des variétés en août (BTA), en septembre (BTS) et en octobre (BTO).

Variétés	Nombre moyen de mouches blanches ailés par feuille		
	Août	Septembre	Octobre
H 406-7 FREGO	0.30 ± 0.04	0.11 ± 0.02	0.11 ± 0.03 ab
HG 151-5	0.13 ± 0.04	0.13 ± 0.02	0.05 ± 0.03 ab
OKLAHOMA RED	0.23 ± 0.04	0.19 ± 0.02	0.41 ± 0.03 b
PALMERI	0.02 ± 0.04	0.11 ± 0.02	0.01 ± 0.03 a
PUNCTATUM	0.13 ± 0.04	0.24 ± 0.02	0.03 ± 0.03 ab
SRT1 * STAM129A	0.15 ± 0.04	0.16 ± 0.02	0.02 ± 0.03 a
STAM 129A	0.08 ± 0.04	0.08 ± 0.02	0.02 ± 0.03 a
YUCATANENSE	0.10 ± 0.04	0.07 ± 0.02	0.04 ± 0.03 ab
CV (%)	6.65	4.21	5.28
F	0.86	1.30	2.92
Pr > F	0.567	0.314	0.040

NB : Les valeurs à l'intérieur d'une même colonne sont des moyennes \pm Erreur Standard. CV = coefficient de variation, R^2 = coefficient de détermination, F : valeur de Fisher calculée, $Pr > F$: Probabilité associée au F calculé, si cette probabilité est inférieure au seuil de 5 %, la différence est jugée significative.

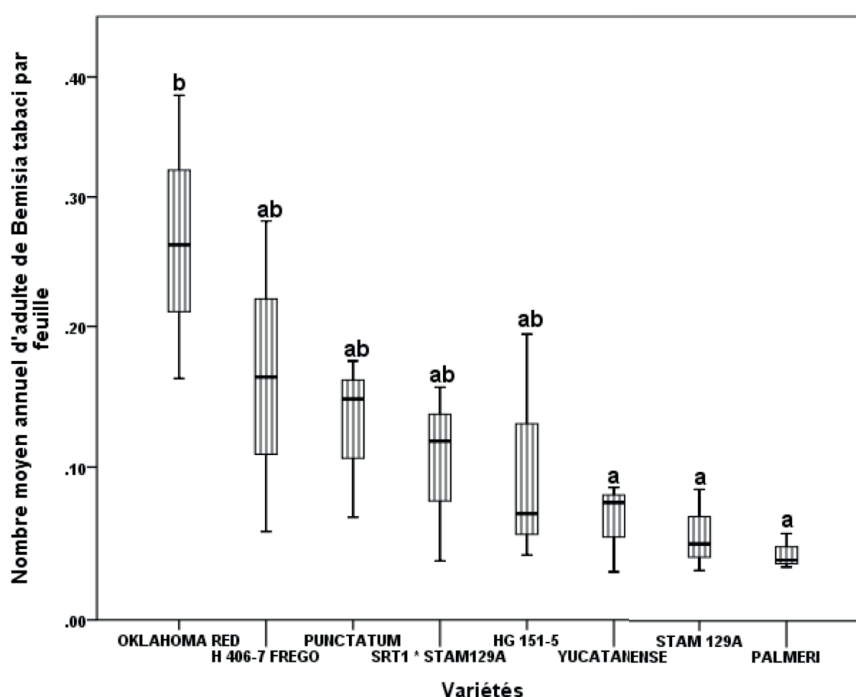


Figure 5 : Nombre moyen annuel de *Bemisia tabaci* par feuille de cotonnier (BTAN) suivant les différentes variétés testées. Chaque boîte est composée de minimum (extrémité basse), 1^{er} quartile (bas du rectangle), moyenne (trait noir épais), 3^{ème} quartile (haut du rectangle) et maximum (extrémité haute). Les boîtes affectées de lettres différentes (a et b) présentent des moyennes statistiquement différentes au seuil de 5 % ($F= 3.48$; $ddl=7$; $p= 0.022$).

Corrélation entre les caractéristiques morphologiques des feuilles de cotonnier, le nombre de jassides, de pucerons, de mouches blanches et leur incidence

La matrice de corrélation du nombre de jassides, de pucerons et de mouches blanches par feuille sur les caractéristiques morphologiques de la feuille montre des corrélations significatives positives entre (i) la largeur du lobe centrale (C) et la moyenne générale de mouche blanche (BTAN), (ii) la densité de poils sur la nervure principale des feuilles et le nombre de pucerons par feuille en octobre (PO) et la moyenne générale (PAN) et (iii) la densité de poils sur le pétiole des feuilles (PPe) et la moyenne générale du nombre de pucerons par feuille (PAN) (tableau 5). Il a été observé également une corrélation négative entre la densité des glandes à gossypol sur la nervure principale des feuilles (GNP) et le nombre de pucerons par feuille en octobre (PO).

Tableau 5 : Matrice de corrélation entre les caractéristiques morphologiques des feuilles et le nombre moyen de mouches blanches et de pucerons par feuille.

Nombre d'individus d'insectes piqueurs-suceurs	Caractéristiques morphologiques de la feuille						
	A	B	C	GNP	PNP	GPE	PPE
BTA	-0,18	0,25	0,23	-0,14	0,14	-0,12	0,07
BTS	0,00	0,18	0,31	-0,11	-0,08	-0,22	-0,03
BTO	-0,12	0,25	0,30	-0,18	-0,18	-0,13	-0,20
BTAN	-0,21	0,39	0,45*	-0,24	-0,04	-0,24	-0,09
PA	-0,09	0,17	0,21	0,00	0,36	-0,02	0,31
PS	0,09	-0,09	-0,12	-0,05	0,23	-0,13	0,19
PO	-0,18	0,32	0,32	-0,44*	0,53**	-0,23	0,40
PAN	-0,11	0,23	0,23	-0,33	0,58**	-0,23	0,46*
JA	-0,16	-0,02	-0,04	-0,06	-0,06	0,10	-0,02
JS	-0,11	0,17	0,20	0,15	-0,08	0,25	-0,06
JO	-0,09	0,17	0,22	0,27	-0,24	0,30	-0,28
JAN	-0,14	0,22	0,27	0,31	-0,28	0,39	-0,31

NB : Les valeurs dans les cellules sont des coefficients de corrélation ; * : significative au seuil de 5% ; ** : significative au seuil de 1% (ddl =22). BTA, BTS, BTO, BTAN sont respectivement les nombres moyens de mouches blanches par feuille en août, en septembre, en octobre et la moyenne générale, PA, PS, PO, PAN sont respectivement les nombres moyens de pucerons par feuille en août, en septembre, en octobre et la moyenne générale. JA, JS, JO et JAN sont respectivement les nombres moyens de jassides par feuille en août, en septembre, en octobre et la moyenne générale, A : longueur de la nervure principale, C= largeur du lobe centrale de la feuille de cotonnier, B= distance entre le point d'insertion du pétiole sur le limbe et le sinus le plus profond du lobe centrale, GNP : densité des glandes à gossypol sur la nervure principale, PNP : densité des poils sur la nervure principale, GPe : densité des glandes à gossypol sur le pétiole, PPe : densité des poils sur le pétiole.

DISCUSSION

Les résultats de cet essai montrent que les populations de mouches blanches ont varié en fonction des variétés. La variété PALMERI était significativement moins infestée que la variété OKLAHOMA RED. Il a été noté une corrélation significative et positive entre la largeur du lobe centrale (C) et la population moyenne générale de mouches blanches. Cette corrélation signifie qu'une réduction de la largeur du lobe centrale entraînerait directement la réduction de la population de mouches blanches. Or la variété PALMERI a été caractérisée par des feuilles avec de faibles largeurs du lobe centrale (2,83 cm) et de faible distance du point d'insertion du pétiole sur le limbe à la base du sinus le plus profond du lobe central (B) (0 cm) contre un C et un B respective de 6,82 cm et de 6,49 cm pour la variété sensible OKLAHOMA RED. Les feuilles très découpées de PALMERI sont appelées feuilles okra

(okra est le nom anglais du gombo *Abelmoschus esculentus*) par opposition aux feuilles normales lobées (Cateland et Schwendiman, 1976). Cette forme de la feuille est considéré comme une caractéristique qui confère au cotonnier une résistance (non préférence) au mouches blanches (Viot, 2014 ; Hau et Schwendiman, 1977).

La population de jassides n'a pas varié significativement en fonction des variétés. De même, la corrélation entre la densité des poils sur la nervure principale des feuilles et le nombre de jassides par feuille a été aussi non significative. Cependant, en comparant les variétés en fonction de leur densité de poils sur la nervure principale des feuilles, on constate que les variétés SRT1*STAM 129A (158 poils/cm), H 406-7 FREGO (118 poils/cm) et PUNCTATUM (123 poils/cm) étaient significativement plus pileuses que les variétés HG151-1 (9,24 poils/cm) et OKLAHOMA RED (34,16 poils/cm). Ces résultats montrent que la densité des poils n'a pas contribué à réduire significativement la population de jassides par feuille. Cependant, Koffi et *al.* (2017) à partir du même essai ont montré que la variété la plus pileuse SRT1*S-TAM 129A était moins attaquée par les jassides que la variété à faible pilosité HG 151-1. Mais ils n'avaient pas trouvé de corrélation significative entre les dégâts et la densité de poils. Pour expliquer ces résultats obtenus, deux hypothèses ont été formulées. La première stipule que la forte densité des poils serait associée à une longueur optimale des poils, réduisant ainsi l'intensité de prélèvement de la sève par les jassides. D'après la littérature, la pilosité (pubescence en botanique) est le trait morphologique classique de protection naturelle des plantes contre des insectes ravageurs, en particulier les piqueurs-suceurs, en les empêchant physiquement d'atteindre la surface de l'épiderme de la plante (Viot, 2014 ; Renou, 2000 ; Zibdies, 1995 ; Thomson, 1987, Parnell et *al.*, 1949). Parnell et *al.* (1949) ont montré qu'une forte densité des poils sans une longueur adéquate de ceux-ci est inefficace contre les attaques des jassides. La deuxième hypothèse stipule que la différence d'attaques des variétés par les jassides pourrait être liée à d'autres facteurs tels que l'épaisseur de l'épiderme des feuilles, la composition chimique des feuilles en certains métabolites secondaires et l'action des prédateurs ou à la combinaison de ces facteurs (Matthews, 1987).

Cette étude nous a révélé que, lorsque la densité des poils sur la nervure principale augmente, la sensibilité de la plante au population de pucerons (moyenne générale et en octobre) augmente ($r_{PO} = 0.53$ et $r_{PAN} = 0.58$, $p < 0.01$). Mais la population de puceron était identique entre la variété fortement pileuse SRT1*STAM 129A et la variété faiblement pileuse HG151-1. Les corrélations négatives observées entre la densité des glandes à gossypol et la population de pucerons pourraient expliquer la non variation des populations de pucerons entre la variété fortement pileuse et la variété la moins pileuse. Quand bien même les poils favorisent l'implantation des pucerons aptères, une forte densité de glandes à gossypol limiterait leur nutrition ainsi que leur prolifération (Viot, 2014 ; Dessauw et Hau, 1998). Les glandes à gos-

sypol contiennent des métabolites secondaires telles que le gossypol, un aldéhyde terpénoïde (ou polyphénol), et des composés chimiquement proches ayant des effets néfastes sur la vie des insectes ravageurs. Ces composés chimiques confèrent aux plantes la résistance par antibiose (Painter, 1951).

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

A l'issue de cet essai conduit sur la station expérimentale de Kolokopé, les résultats ont montré une différence non significative entre les variétés testées pour le nombre de pucerons et de jassides par feuille. Par contre, le nombre de mouches blanches par feuille a été plus faible sur la variété PALMERI que sur la variété OKLAHOMA RED. Il a été observé des corrélations significatives et positives entre (i) la largeur du lobe centrale et la moyenne générale de mouche blanche, (ii) la densité de poils sur la nervure principale des feuilles et le nombre de pucerons par feuille en octobre et la moyenne générale et (iii) la densité de poils sur le pétiole des feuilles et la moyenne générale du nombre de pucerons par feuille. Par contre, une corrélation négative entre la densité des glandes à gossypol sur la nervure principale des feuilles et le nombre de pucerons par feuille en octobre a été observée.

En perspective, cet essai doit être reconduit une deuxième année en réduisant le nombre de variétés à quatre (SRT1, PALMERI, HG151-1 et STAM 129A) sous trois régimes de protection phytosanitaire (0, 3 et 6 traitements). Les variétés PALMERI et HG151-1 peuvent être exploitées en croisements simples et pyramidaux avec les variétés togolaises, suivi d'une série de « backcross » afin de créer des lignées isogéniques mono-trait ou multi-trait (bi ou tri-traits) pour les caractères feuille okra et forte densité de glandes à gossypol, pour une meilleure résistance aux trois principaux piqueurs-suceurs homoptères rencontrés en culture cotonnière au Togo.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AKANTETOU K. P., Koba K., POUTOULI W.P., AYÉVA B., BONFOH B., SANDA K., 2012. Niveau d'infestation des populations d'*Aphis gossypii* Glover (Homoptera : Aphididae) en culture cotonnière au Togo. *Cam. Jour. Biol. Bioch. Sc.* 20, 30-41.
- BOULANGER J., PINHEIRO D., 1971. Evolution de la population cotonnière au Nord-Est du Brésil. Polymorphisme des types de cotonnier cultivés ; relation génétique entre ces types ; origine des type « Moco » et « Verdão ». *Cot. Fib. Trop.*, 16 (3), 335-353.
- CATELAND B., SCHWENDIMAN J., 1976. Etat actuel des connaissances sur les caractères qualitatifs du cotonnier *Gossypium hirsutum*. *Cot. Fib. Trop.*, 31 (4), 391-407.
- DEGUINE J.P., 1995. Bioécologie et épidémiologie du puceron *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Homoptera, Aphididae) sur cotonnier en Afrique centrale. Vers une évolution de la protection phytosanitaire. Thèse de Doctorat de l'ENSA, Montpellier (Résumé de l'auteur).
- HAU B., SCHWENDIMAN J., 1977. Quelques précisions sur les relations entre génotypes et phénotypes pour les caractères formes de la feuille et de la bractée chez le cotonnier *Gossypium hirsutum*. *Cot. Fib. Trop.*, 32 (3), 253-257.
- KOFFI K. Z., AZLADEKEY M., AKANTETOU K. P., GNOFAM N., AYEVA B., KILIMOU P., BONFOH B., 2017. Evaluation de l'incidence des attaques des insectes piqueurs-suceurs sur huit variétés de cotonnier (*Gossypium hirsutum*) au Togo. *Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé*, 19 (2).
- NIBOUCHE S., BREVAULT T., KLASSOU C., DESSAUW D., HAU B., 2008. Assessment of the resistance of cotton germplasm (*Gossypium* spp.) to aphids (Homoptera, Aphididae) and leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae, Typhlocybinae): methodology and genetic variability. *Plant Breeding* 127, 376 – 382.
- MATTHEWS G.A., 1987. Cotton insect pest and their management. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.* 46: 75-86
- PARNELL F.R., KING H.E., RUSTON D.F., 1949. Jassid resistance and hairiness of cotton plant. *Bul. Ent. Res.* 39, 539-575.
- THOMSON N. J., 1987. Host plant resistance in cotton. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.* 53: 262-270.
- VAISSAYRE M., OCHOU G.O., TOGOLA M., 2006. Quelles stratégies pour une gestion durable des ravageurs du cotonnier en Afrique subsaharienne. *Cahiers Agricultures*, 15 (1), 80-84.
- VILAIN M., 1999. Méthodes expérimentales en agronomie, transformation des variables. Edition TEC & DOC, Lavoisier, Paris, 1999, p 210-211.
- VIOT C., 2014. Traits morphologiques du cotonnier pour la résistance génétique aux ravageurs en Afrique subsaharienne. CIRAD, UMR AGAP, Montpellier, France. 7 p
- ZIBDIEH A., 1995. Morphological Characters and their Role in Controlling Sucking Insects-A Review. Papers Presented at a Technical Seminar at the 54th Plenary Meeting of the International Cotton Advisory Committee, Manila, Philippine, 32-37

DURABILITÉ DE LA CULTURE COTONNIÈRE SELON L'UTILISATION DES INSECTICIDES : CAS DU TOGO DE 1990-2010

DJAGNI Kokou Koumagli, Institut Togolais de Recherche Agronomique (ITRA),
Lomé, Togo djakoko7@yahoo.fr

FOK Michel, Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour
le Développement (CIRAD), UPR AIDA, F-34398 Montpellier, France
/ AIDA, Univ. Montpellier, CIRAD, Montpellier, France

Auteur correspondant : DJAGNI Kokou Koumagli, E-mail: djakoko7@yahoo.fr

RÉSUMÉ

Dans la perception des profanes, le coton est encore associé à la culture consommant le plus d'insecticides néfastes pour la santé et l'environnement. Une telle mauvaise image n'est plus méritée selon une étude internationale, mais les pays producteurs ont peu analysé et informé sur l'évolution de l'utilisation d'insecticides. Cet article comble la lacune dans le cas du Togo.

L'étude est basée sur la reconstitution des séries de données des surfaces emblavées et d'insecticides distribués aux producteurs de coton du Togo, de 1990 à 2010. Les données sur les insecticides concernent les volumes distribués ainsi que leurs compositions en matières actives, permettant ainsi de déduire la consommation de matières actives par hectare. Par ailleurs, les charges toxicologiques vis-à-vis de divers éléments de la faune ont été calculées à partir des indices d'écotoxicité établis par la FAO pour chaque matière active.

La consommation de matières actives insecticides au Togo a chuté régulièrement jusqu'à un litre/hectare, du même niveau que l'Australie qui recourt par ailleurs aux variétés génétiquement modifiées. La charge toxicologique, pesant sur l'homme mais aussi sur divers éléments de la faune comme les abeilles ou les daphnés des cours d'eau, a diminué quoique de manière moins régulière. Cette évolution est la conséquence d'une protection limitée depuis trois décennies à moins de six traitements et de l'adoption de nouvelles générations de molécules insecticides.

Au Togo, l'utilisation des insecticides dans la culture cotonnière a évolué dans une direction plus compatible avec le souci de la santé humaine et de la préservation de l'environnement, mais cette évolution est extrapolable à tous les pays cotonniers de l'Afrique francophone. Il convient de poursuivre l'évolution engagée dans les décisions relatives aux insecticides à commander, en s'inspirant des indicateurs utilisés dans cette étude.

Mots clefs : Matières actives ; santé humaine ; environnement ; charge toxicologique ; abeille ; daphnies ; poisson.

ABSTRACT

In the mind of a layman, cotton remains associated to a crop which consumes the most harmful insecticides to human health and environment. This negative image is no longer valid according to an international study but cotton producing countries have seldom analyzed and informed about the evolution of insecticide use. This communication compensates for this lack in the case of Togo.

The study is based on data reconstituted for cotton areas and insecticides distributed to producers in Togo, from 1990 to 2010. Data on insecticides pertained to amounts distributed and to their compositions of active ingredients, so that the amount of active ingredients per hectare could be computerized. Besides, toxicological load against various fauna components have been calculated from the ecotoxicity indexes established by FAO for each active ingredient.

In Togo, the amount of active ingredients per hectare has steadily decreased till one liter, at a level similar to Australia which has in addition adopted genetically modified varieties. The toxicological load, on human beings as well as on various fauna components, like bees or daphnis in rivers, has diminished although less steadily. This evolution has resulted from a chemical pest protection with less than six sprays for three decades and from the adoption of new generations of insecticidal molecules.

In Togo, the use of insecticides in cotton cropping has evolved in a more friendly way to human health and environment protection, but this evolution is valid in all cotton producing countries in French speaking Africa. This evolution should be prolonged in the decision-taking when ordering insecticides, by considering the indicators reported in this study.

Keywords: Active ingredient; human health; environment; toxicological load; bees; daphneas; fishes.

INTRODUCTION

La culture du cotonnier, plante hôte de nombreux ravageurs, requiert le contrôle des infestations le plus souvent par recours aux insecticides chimiques. Le développement de la production cotonnière à l'échelle mondiale a dépendu de l'utilisation des insecticides chimiques dans les années 1960. Même dans les modes alternatifs de culture du cotonnier sans recours aux insecticides chimiques, le contrôle des ravageurs est nécessaire avec des produits dits naturels mais dont l'incidence sur la santé humaine et l'environnement est peu fréquemment étudiée.

La culture du cotonnier pâtit d'une mauvaise presse pour diverses raisons et qui ont évolué dans le temps. C'est une culture d'asservissement par le maintien de l'esclavage dans le Sud des Etats-Unis après l'invention de l'égreneuse à scies en 1776 (Soltow, 1994), ou lors de la colonisation de l'Afrique par les différentes puissances européennes (Isaacman, 1985), avec imposition de la culture en 1895 dans l'ex-Soudan français, d'où la dénomination de «culture du Commandant» (Fok, 1993). C'est aussi une culture associée parfois à l'épuisement des ressources naturelles, comme l'eau, en référence à l'assèchement de la Mer d'Aral (Perera, 1993; Rossin, 1996). Mais c'est l'utilisation des insecticides qui a le plus nui à l'image de la culture cotonnière, avec l'affirmation, datant de la fin des années 1970, qu'elle consommait près du tiers de la totalité des insecticides utilisés en grande culture.

L'image négative de la culture cotonnière dans le domaine de la consommation d'insecticides est moins justifiée aujourd'hui, mais les études restent peu nombreuses pour la corriger. En Afrique francophone, les travaux sur la lutte étagée ciblée ont montré que les programmes de traitements insecticides peuvent être améliorés pour réduire les quantités d'insecticides à efficacité égale dans le contrôle des ravageurs (Deguine et al., 1993; Silvie et al., 2001). Dans l'accompagnement de la diffusion du traitement sur seuil au Mali, (Renou et al., 2012) ont montré que la consommation d'insecticides pouvait être réduite de moitié pour une meilleure rentabilité de la culture cotonnière. A l'échelle internationale, l'étude menée sous les auspices d'un panel d'experts internationaux (Expert panel on Social, Environmental and Economic Performance of cotton production, ou SEEP) indique que la culture cotonnière n'est plus la culture consommant le plus d'insecticides (de Blécourt et al., 2010). Entre 2000 et 2008, la part de la culture cotonnière dans les insecticides consommés dans les grandes cultures est passée de 19% à 15,7%. Par ailleurs, cette étude a montré de grandes différences dans la consommation d'insecticides entre les cinq pays étudiés (Etats-Unis, Brésil, Australie, Inde, Turquie), 1kg/ha de matières actives insecticides en Australie, contre cinq fois plus au Brésil.

L'objectif de la communication est de s'inspirer de la méthodologie développée lors de l'étude internationale mentionnée précédemment pour la consommation en insecticides dans la culture du coton au Togo. Grâce aux données collectées sur

une période de vingt ans, le travail réalisé permet aussi de cerner l'évolution de cette consommation pour mettre en évidence un processus vertueux dans la réduction des quantités consommées de matières actives insecticides et dans la réduction des impacts sur la santé humaine et l'environnement.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Le travail réalisé est basé sur l'analyse des données de consommation d'insecticides, de superficies et de production cotonnières, avec la coopération de l'unique société cotonnière, la Nouvelle Société Cotonnière du Togo (NSCT) qui a conservé les infrastructures et les archives de la Société togolaise de coton (SOTOCO). La NSCT met en place les insecticides dans les villages de production cotonnière et il a été possible de reconstituer, sur la période de 1990 à 2010, soit vingt-et-un ans, les séries de données portant sur les insecticides distribués. Les quantités et les compositions en matières actives des différents types distribués ont été recensées, permettant ainsi de connaître les quantités totales en matières actives distribuées et de les convertir en quantité par hectare.

Les données collectées portent sur les quantités facturées aux producteurs, correspondant aux quantités effectivement consommées. Les quantités non consommées par les producteurs sont retournées à la société cotonnière. Bien entendu, il est possible que des paysans utilisent les insecticides fournis pour le coton afin de traiter d'autres cultures comme le niébé ou les cultures maraîchères. Cette pratique porte cependant sur de très faibles quantités d'insecticides qui modifient peu l'estimation de la consommation d'insecticides dans la culture cotonnière. A l'échelle du système de cultures à base de coton, la pratique évoquée ne modifie pas la mesure de l'incidence sur la santé humaine et l'environnement de l'utilisation des insecticides fournis pour la culture cotonnière.

Par rapport à l'étude internationale citée précédemment, il convient de souligner la plus grande qualité des données utilisées ici. D'abord, les données couvrent 21 campagnes agricoles, de 1990 à 2010, alors que l'étude internationale a traité les données de la période 1994 à 2006. Les données recueillies sont aussi d'une grande fiabilité compte tenu des modalités de mise en place des insecticides dans la filière cotonnière du Togo, comme dans d'autres pays de l'Afrique francophone. Dans l'étude internationale, les données traitées ont été acquises auprès d'une société privée (GfK Kynetec Ltd) dont on ignore comment elle a collecté les données dans des contextes où les producteurs s'approvisionnent en insecticides sur le marché auprès d'un grand nombre d'opérateurs.

Pour cerner la dangerosité des insecticides utilisés pour la santé humaine, l'on s'est référé d'abord à la classification de la FAO, la classe 1 étant considérée comme la plus dangereuse et à bannir de l'utilisation. L'on s'est référé aussi à la classification

de chaque matière active pour les divers effets négatifs sur la santé, comme par exemple le caractère carcinogène, la capacité à induire la mutation des gènes ou l'incidence à la reproduction.

L'incidence sur l'environnement est évaluée par l'indicateur d'ETL (pour Environnement Toxic Load) proposé par les acteurs de l'étude internationale déjà citée, indicateur défini pour divers organismes du milieu aquatique (algues, daphnies, poisson) ou du milieu aérien (abeilles). La FAO met à jour les valeurs de DL50 (ou son équivalent pour les algues) de chaque matière active sur les divers organismes considérés. Par exemple, sur les abeilles, l'ETL d'une matière active est la quantité utilisée à l'hectare divisée par la DL50 de cette matière active sur ces abeilles. L'ETL de tous les insecticides utilisés est la somme des ETL calculés pour toutes les matières actives utilisées.

RÉSULTATS

PRODUCTION COTONNIÈRE

Au Togo, la production industrielle du coton a véritablement commencé à partir de 1974 avec la création de la Société Togolaise du Coton (SOTOCO). Depuis lors, la production s'est constamment accrue jusqu'en 2000, soit sur près de trois décennies, avant une chute liée au fonctionnement de la filière. Toutefois, l'augmentation de la production s'est faite essentiellement par un accroissement des superficies cultivées, la courbe d'accroissement de la production suivant celle des superficies cultivées (Figure 1).

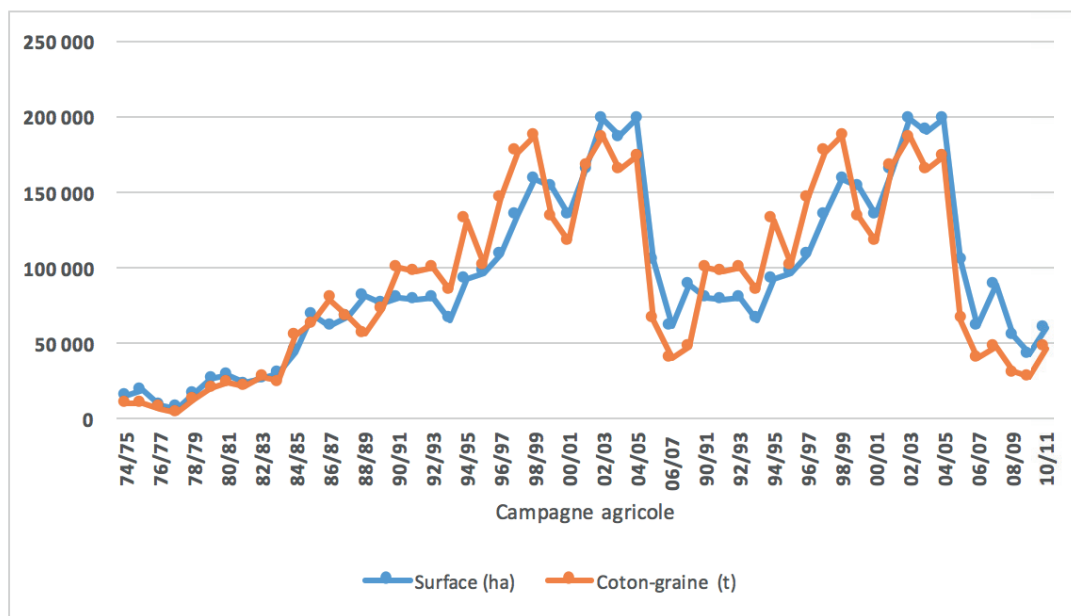


Figure 1 : Evolution de la superficie et de la production cotonnière au Togo

QUANTITÉ DE MATIÈRES ACTIVES À L'HECTARE

La quantité de matières actives insecticides à l'hectare a notablement diminué depuis 1990, mais pas de manière linéaire (Fig. 2). En 2010, la consommation est de 1,08 kg/ha de matières actives, soit près du tiers de la quantité consommée en 1990.

Lorsque les insecticides utilisés associaient seulement les organophosphorés et les pyréthrinoides, c'est-à-dire jusqu'à 1995, la quantité totale de matières actives consommées à l'hectare était surtout déterminée par celle des organophosphorés. Même après le recours à de nouvelles familles de matières actives, la quantité consommée en organophosphorés influence encore fortement la quantité totale en matières actives à l'hectare, quoique à un degré moindre qu'auparavant. La baisse de la quantité totale est due à celle de la quantité en organophosphorés, bien que cette baisse ait été infléchie lors des cinq dernières années de la période étudiée.

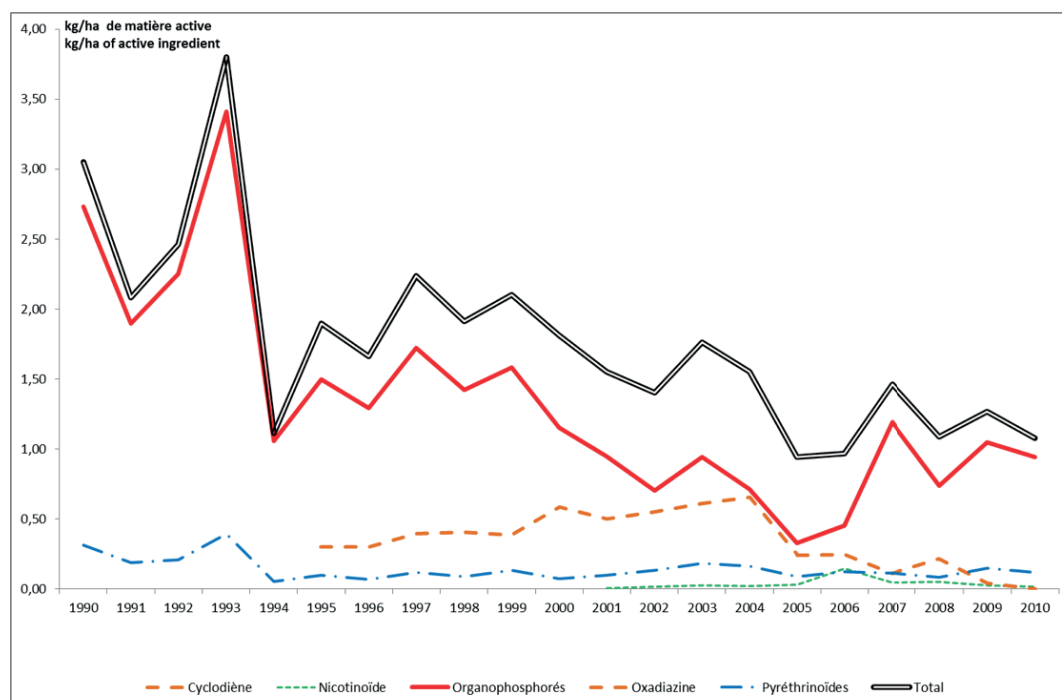


Figure 2 : Evolution de la consommation de matières actives à l'hectare en culture cotonnière au Togo

MATIÈRES ACTIVES UTILISÉES

Au cours d'une période de 21 ans, le Togo n'a recouru qu'à 15 matières actives différentes. Pour une campagne donnée, le nombre a été au maximum de sept en 2007, mais le nombre moyen a été de cinq par campagne. La part d'une matière active particulière a pu être très prépondérante au départ de la période étudiée (Chlorpyrifos-Ethyl en 1990), mais la part de la matière active la plus utilisée tend à se réduire et ne pas dépasser les 30%.

Tableau 1 : Part des différentes matières actives utilisées au Togo en culture cotonnière entre 1990 et 2010

	Répartition des matières actives utilisées par année (en %)				
	1990	1997	2002	2007	2010
Acétamipride	0,0	0,0	1,1	10,1	25,5
Alphacyperméthrine	0,0	0,0	0,0	17,2	9,8
Chlorpyrifos-Ethyl	79,1	36,3	0,0	0,0	0,0
Cyflutrine	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0
Cyperméthrine	10,3	2,6	5,6	12,9	25,5
Deltaméthrine	0,0	0,0	3,1	14,5	0,0
Diméthoate	2,4	19,3	16,2	14,5	0,0
Endosulfan	0,0	17,8	39,3	0,0	0,0
Imidaclopride	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0
Indoxacarb	0,0	0,0	0,0	4,6	0,1
Lambdacyhalothrine	0,0	0,0	0,0	0,0	10,4
Profénofos	12,0	13,4	8,1	17,2	18,6
Tralométhrine	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
Triazophos	1,5	7,9	25,8	6,2	0,0
Zétacyperméthrine	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0

MATIÈRES ACTIVES HAUTEMENT DANGEREUSES

La FAO a identifié la classe 1 de matières actives hautement dangereuses pour la santé humaine, dont elle appelle à cesser l'usage. Au Togo, trois matières actives relèvent de cette classe, deux pyréthrinoides (la cyfluthrine et la Zeta-cyperméthrin) et un organophosphoré (le triazophos). L'endosulfan, dont l'utilisation a cessé, a été classé comme «moderately hazardous».

Le recours aux matières actives de la classe 1 de la FAO a varié en degré au cours de la période étudiée. L'utilisation de ce type de matières actives a fortement augmenté en 1999, représentant plus de 20% des matières actives jusqu'en 2005, puis a progressivement diminué jusqu'à disparaître en 2010.

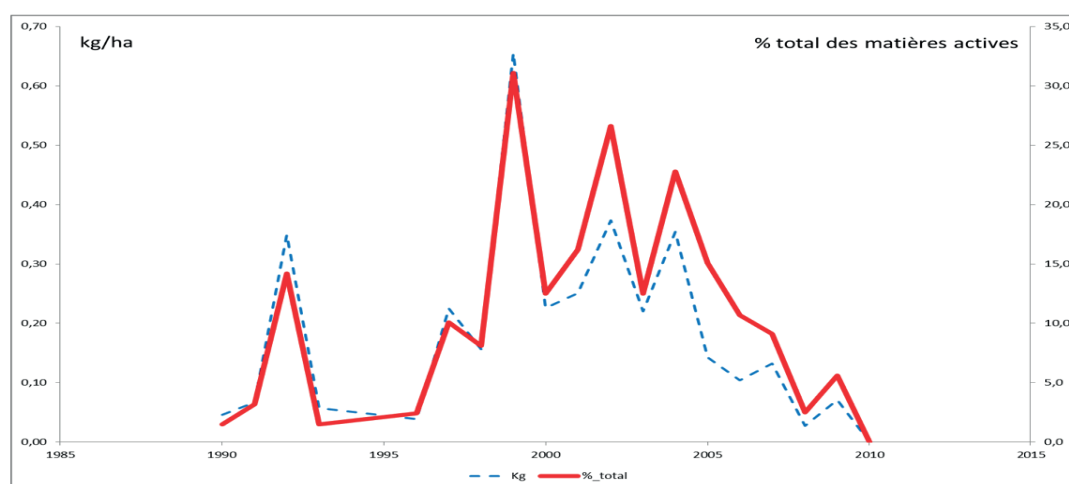


Figure 3 : Evolution de l'utilisation de matières actives de classe 1 en culture cotonnière au Togo

EFFETS DES MATIÈRES ACTIVES SUR LA SANTÉ HUMAINE

La FAO considère trois types d'effet des matières actives insecticides sur la santé : effets sur la reproduction humaine, effets sur la mutation des gènes et effets carcinogènes (développement de cancers). Parmi les matières actives utilisées au cours de la période étudiée, deux peuvent induire les effets mentionnés. Le tralométhrine est considéré comme pouvant induire les trois types d'effets. L'indoxacarb est seulement reconnu pour ses effets possibles sur la reproduction humaine.

L'utilisation du tralométhrine a cessé depuis 2002, en faveur de celle de l'indoxacarb. Il en découle que le seul effet indésirable à déplorer, relatif à la reproduction humaine, est à associer à l'utilisation de l'indoxacarb, qui pouvait représenter jusqu'à 25% de la quantité totale de matières actives. Il a pratiquement disparu à partir de 2009 (Tableau 2).

Tableau 2 : Matières actives à effets reconnus sur la santé humaine utilisées en culture cotonnière au Togo

	Matières actives selon les effets sur					
	La reproduction humaine		La mutation des gènes		Le développement de cancer	
	Kg/ha	% total	Kg/ha	% total	Kg/ha	% total
1996	0,03	1,7	0,03	1,7	0,03	1,7
1997	0,01	0,5	0,01	0,5	0,01	0,5
1998	0,02	1,3	0,02	1,3	0,02	1,3
1999	0,03	1,2	0,03	1,2	0,03	1,2
2000	0,02	1,3	0,02	1,3	0,02	1,3
2001	0,02	1,2	0,02	1,2	0,02	1,2

	Matières actives selon les effets sur					
	La reproduction humaine		La mutation des gènes		Le développement de cancer	
2005	0,24	25,7				
2006	0,25	25,7				
2007	0,11	7,6				
2008	0,21	19,7				
2009	0,04	6,4				
2010	0,00	0,2				

EFFETS DES MATIÈRES ACTIVES SUR LA FAUNE DE L'AIR

La charge toxique vis-à-vis des abeilles des matières actives utilisées a évolué de manière irrégulière, même si le niveau a sensiblement baissé dans la deuxième partie de la période étudiée (Fig. 4), passant d'une valeur de 70 à environ 15. Pratiquement, toutes les matières actives utilisées nuisent aux abeilles, mais à des degrés très divers. La valeur de la charge toxique est fortement influencée par l'utilisation de certaines matières actives à forte létalité sur les abeilles telles que le chlorpyrifos, la cyfluthrine, la deltaméthrine et dernièrement l'imidacloprid.

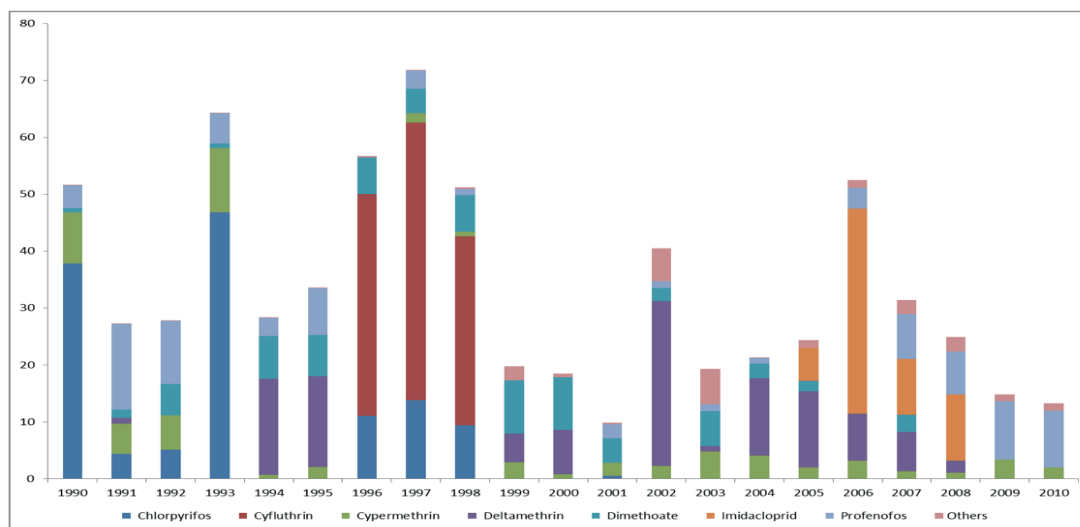


Figure 4 : ETL sur les abeilles des matières actives utilisées en culture cotonnière au Togo

Effets des matières actives sur la faune et flore aquatique

La charge toxique sur les poissons a très fortement baissé, passant d'une valeur de plus de 3 000 en 1993 à environ 200 en 2010, soit une division par quinze (Fig. 5). Une telle évolution découle de la diminution, voire de la disparition du recours au chlorpyrifos. A un degré moindre, l'arrêt de l'utilisation de l'endosulfan a aussi eu un effet bénéfique pour les poissons.

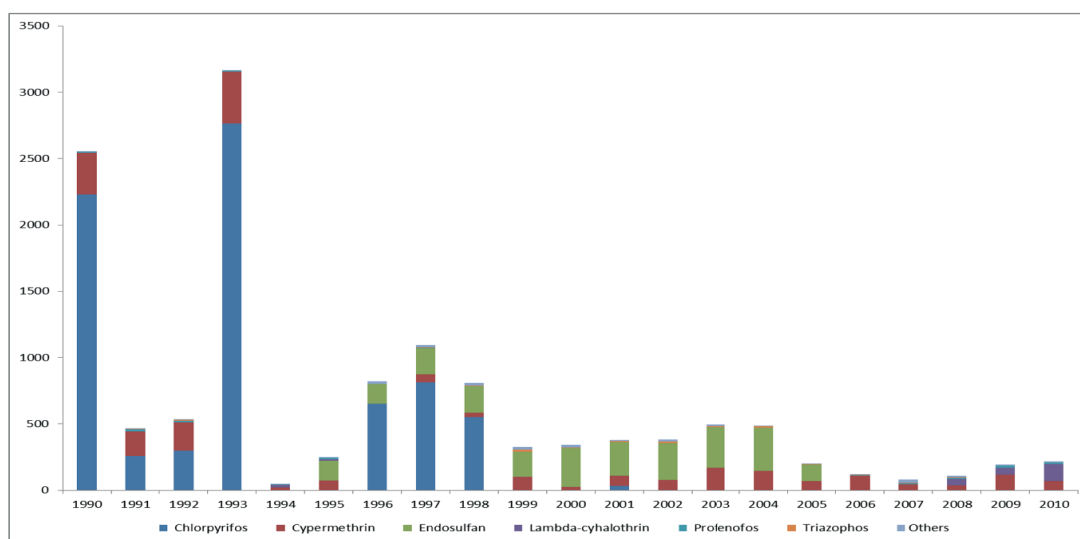


Figure 5 : *ETL sur les poissons des matières actives utilisées en culture cotonnière au Togo*

La diminution de la charge toxique sur les daphnies, organismes invertébrés, est aussi spectaculaire, passant d'une valeur de 11 000 en 1993 à 3 000 au cours des deux dernières années de la période étudiée, soit une division par près de quatre (Fig. 6). Cette diminution a résulté d'une part de la baisse puis de la disparition du recours à la matière active chlorpyrifos et d'autre part de la baisse de l'utilisation de la cyperméthrine. Pour autant, la valeur de l'ETL reste élevée car les daphnies sont très sensibles aux insecticides.

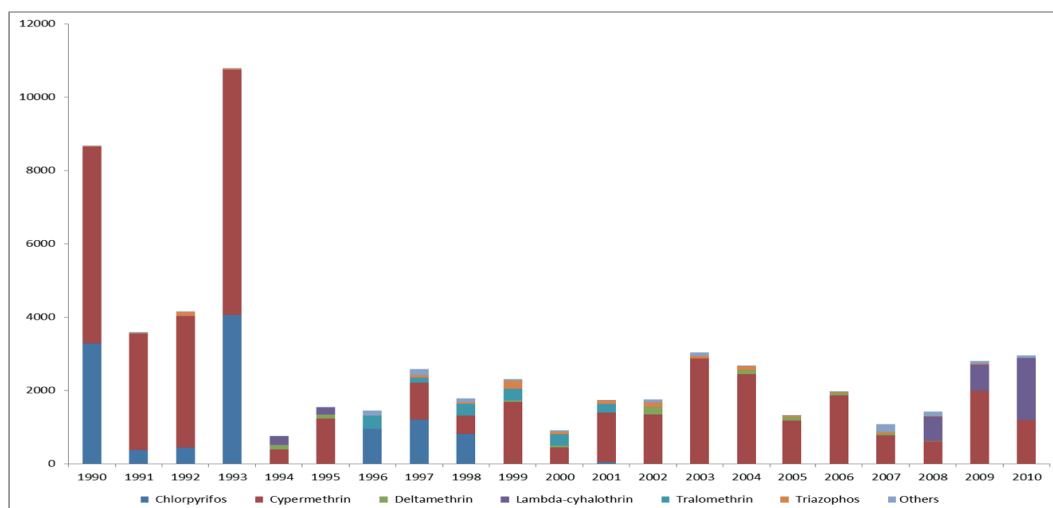


Figure 6 : *ETL sur les daphnies des matières actives utilisées en culture cotonnière au Togo*

En ce qui concerne l'effet sur les algues, la valeur de l'ETL a aussi baissé de moitié environ, mais la valeur est très faible, en moyenne 2 au cours des dernières années, alors que la valeur la plus élevée observée était seulement de 6 en 1993. Le chlor-

pyrifos puis l'indoxacarb ont relativement plus d'impact sur les algues, généralement peu affectées par les matières actives utilisées au Togo au cours de la période étudiée.

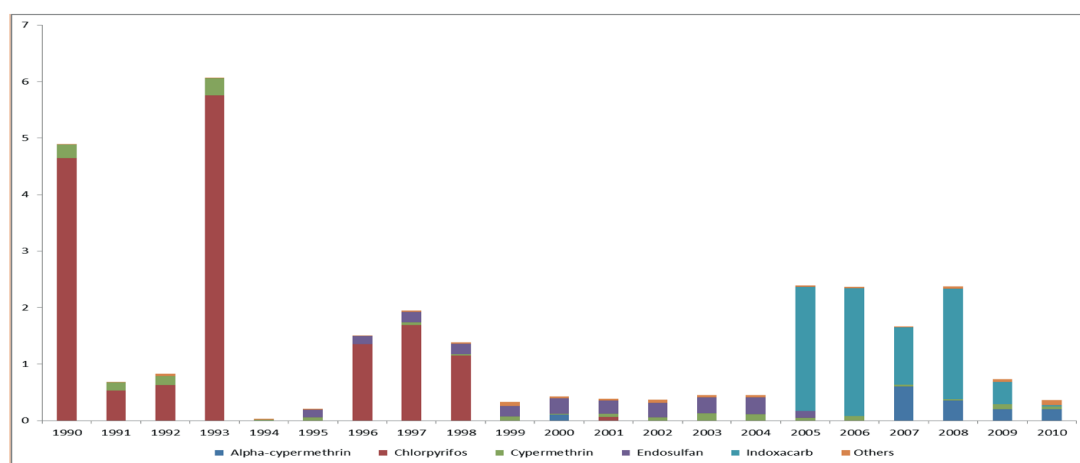


Figure 7 : ETL sur les algues des matières actives utilisées en culture cotonnière au Togo

Effets sur les nappes phréatiques

Parmi les matières actives utilisées sur la période de l'étude, seul l'imidacloprid présente un potentiel élevé d'infiltration vers les nappes phréatiques. Ce produit a été utilisé seulement sur une période de quatre ans, de 2005 à 2008, à une faible dose moyenne de 0,06 kg/ha, et représente 5,6 % du total des matières utilisées.

Tableau 3 : Matières actives utilisées en culture cotonnière au Togo et polluantes pour les nappes phréatiques

Année	Matière active à forte lixiviation (imidacloprid)	
	kg/ha	% du total des matières actives
2005	0,02	2,30
2006	0,13	13,70
2007	0,04	2,50
2008	0,04	3,90

DISCUSSIONS

UN TRAVAIL ORIGINAL ET POSSIBLE DE RÉPLIQUER

Le travail réalisé est à notre connaissance la première étude sur l'utilisation des insecticides en Afrique et fondée sur des séries temporelles de données de 21 ans. Compte tenu de l'organisation au Togo pour mettre en place les insecticides destinés à la culture cotonnière et pour reprendre les quantités non consommées, les données collectées sont fiables pour cerner la consommation à l'échelle du pays.

Le travail se conforme à la méthode utilisée lors d'une étude internationale cou-

vrant cinq pays. Il adopte notamment l'indicateur d'ETL pour évaluer les charges toxiques des insecticides utilisés à l'endroit des divers organismes de l'air et de l'eau. Le recours à cet indicateur complète le calcul de la quantité de matières actives par hectare.

Le travail réalisé peut être répliqué dans d'autres pays de l'Afrique francophone, du moins là où la mise en place des insecticides chez les producteurs de coton reste coordonnée voire centralisée. Dans les pays où la filière n'est pas encore privatisée (Mali), et si les archives sont encore disponibles, il serait possible de répliquer le travail sur une période plus longue qu'au Togo. Dans les pays où la filière a été privatisée mais où la fourniture des insecticides a continué à être gérée par une instance nationale ou interprofessionnelle (Bénin), la réplication du travail est également possible, mais l'accès aux archives peut être plus problématique et la fiabilité des données pourrait être moins bonne.

BONNE PERFORMANCE DU TOGO

L'étude internationale dans cinq pays, réalisée sous la supervision du panel d'experts internationaux du SEEP comme mentionnée plus haut, avait fait ressortir que l'Australie avait de bons indicateurs de durabilité dans l'utilisation des insecticides en termes de quantité de matières actives à l'hectare et d'incidences potentielles sur l'environnement (de Blécourt et al., 2010). Aussi, nous nous référons au cas de l'Australie pour apprécier les résultats observés pour le Togo.

Au regard des impacts potentiels de l'utilisation des insecticides sur la santé et sur l'environnement, le Togo est aussi performant, voire plus, que l'Australie. En 2010, la quantité de matières actives par hectare au Togo est équivalente à celle de l'Australie (valeur en 2007), de l'ordre d'un kilogramme, alors que l'Australie recourt systématiquement au coton-Bt.

La performance du Togo est aussi équivalente à celle de l'Australie au regard des valeurs des ETL, avec des charges toxiques équivalentes pesant sur divers organismes. Vis-à-vis des poissons, l'ETL le plus élevé (3 200) a été atteint en 1993 contre 4 000 en Australie en 1999. La valeur a baissé jusqu'à moins de 250 au cours des dernières années de la période de l'étude, contre cependant une valeur moyenne de 100 en Australie dans la période 2005-2007. Vis-à-vis des daphnies, la valeur la plus élevée de l'ETL était de 11 000 en 1993 à comparer à la valeur de 24 000 en Australie en 1999. La valeur a baissé pour atteindre une valeur moyenne de 2 000 au cours des six dernières campagnes de la période étudiée, contre une moyenne de 1 000 en Australie dans la période 2005-2007. A l'endroit des algues, la valeur la plus élevée de l'ETL était de 6 en 1993 contre 13 en Australie en 1999. Cette valeur est tombée à 1 à la fin de la période étudiée, comme en Australie. Enfin, pour les abeilles, la valeur la plus élevée de l'ETL était de 90 en 1997 contre la valeur de 120 en Australie

en 1999. La valeur de l'ETL n'est plus que de 15 à la fin de la période étudiée, contre environ 10 en Australie en 2007.

INFLUENCE DE L'ÉVOLUTION DES FAMILLES D'INSECTICIDES UTILISÉES

La baisse de la quantité de matières actives à l'hectare, tout comme celle des valeurs d'ETL à l'endroit des divers organismes de l'air et de l'eau résulte principalement de l'évolution des familles d'insecticides utilisées. Les organophosphorés sont utilisés à des doses élevées de matières actives, en comparaison des pyréthrinoïdes ou des nicotinoïdes, de plusieurs centaines de grammes/hectare contre 10 à 20. La réduction du recours aux organophosphorés s'est opérée à partir de la fin des années 1990. Au Togo comme ailleurs, elle induit une forte réduction de la quantité totale de matières actives à l'hectare. De même, les organophosphorés contribuent pour une grande part dans les valeurs des ETL, la réduction de leur utilisation est aussi responsable de la diminution de la charge toxique contre les poissons, les daphnies, les algues et les abeilles.

FONCTIONNEMENT DE LA FILIÈRE, ÉLÉMENT DE LA PERFORMANCE OBSERVÉE

La quasi-unicité de la source d'approvisionnement en insecticides des producteurs de coton est un facteur de la performance observée dans l'utilisation plus réduite des insecticides et à impacts négatifs moindres sur la santé et l'environnement. Les producteurs ne peuvent utiliser que les produits mis en place par la société cotonnière. Certes, on ne peut pas écarter l'importation illégale de produits pesticides venant de pays voisins, comme le Ghana, mais cela devrait représenter une part faible des produits utilisés, et l'importation illégale concerne davantage les herbicides.

Les relations entre la société cotonnière et la recherche, la première apportant d'ailleurs un financement complémentaire à la seconde, est également favorable à la performance observée. L'évolution de l'utilisation des insecticides au Togo, avec une réduction des quantités de matières actives à l'hectare et des impacts potentiels sur la santé humaine et sur l'environnement, a principalement découlé du respect des produits insecticides recommandés par la recherche. Celle-ci prend en compte de son côté les engagements du pays à ne plus utiliser les produits que des instances internationales, comme la FAO, déconseillent. Les recommandations de la recherche sont explicitement prises en compte dans le cahier des charges lors des appels d'offres internationaux pour la fourniture des insecticides.

La nature publique de la société cotonnière lui donne aussi le devoir d'une attitude responsable dans la fourniture des insecticides à faire utiliser. La société cotonnière ne peut pas considérer seulement le prix d'achat des insecticides dans leur acquisition, ce qui l'aurait amené à privilégier l'achat des produits les moins chers et à

ignorer les produits les plus récents et qui ont aussi des effets moindres sur le plan sanitaire et environnemental.

Le système d'administration des prix au sein de la filière cotonnière du Togo est un autre facteur de la performance observée. Ce facteur repose sur la péréquation des prix des insecticides de types divers (valeur unique des insecticides fournis pour le traitement à l'hectare indépendamment de la nature et de la composition). Une telle péréquation, associée à des combinaisons différentes d'insecticides tout au long du cycle du cotonnier, permet de faire utiliser des produits plus récents mais plus coûteux sans laisser la possibilité aux producteurs de n'utiliser que les produits les moins coûteux.

FAIBLE VARIÉTÉ DES MATIÈRES ACTIVES UTILISÉES

Le Togo recourt à un faible nombre de matières actives pour le contrôle des ravageurs du coton, en moyenne six par campagne au cours de la période étudiée pour laquelle seulement 15 matières actives différentes ont été utilisées. C'est un nombre très faible au regard des cinq pays abordés dans l'étude internationale : 30 à 40 matières actives différentes par an en Australie, 40 à 50 en Turquie et aux Etats-Unis, 50 à 60 au Brésil.

Le très faible nombre de matières actives utilisées signifie que des matières actives peuvent être utilisées de manière continue sur de nombreuses années. Le manque d'alternance de matières actives comporte un risque de provoquer l'apparition de la résistance chez certains ravageurs. La résistance est d'ailleurs déjà avérée chez *Helicoverpa armigera* pour lequel il existe un programme et une coordination régionale pour la gestion de la résistance. Une démarche de diversification et d'alternance des matières actives pourrait être pertinente pour gérer une résistance déjà apparue ou pour prévenir l'émergence d'autres résistances.

CONCLUSION

Au Togo, l'utilisation des insecticides dans la culture cotonnière a évolué dans une direction plus compatible avec le souci de la santé humaine et de la préservation de l'environnement. Cette évolution découle certes de la dynamique de l'industrie phytosanitaire dans l'offre de matières actives à plus faible dose d'utilisation et à impacts sanitaires et environnementaux moindres. Elle est aussi favorisée par le fonctionnement de la filière. Ce fonctionnement est peu différent dans les autres pays cotonniers de l'Afrique francophone, en dépit de degrés divers de privatisation. Il est donc possible que l'on y trouve le même type de performance et il serait dommage de ne pas réunir les données pour le vérifier. Enfin, il est tout indiqué de poursuivre le travail engagé au Togo, en prenant en compte les séries de données les plus récentes.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DE BLÉCOURT, M., LAHR, J., BRINK, P.J. VAN DEN, 2010. *Study on: Pesticide Use in Cotton in Australia, Brazil, India, Turkey and the USA. Wageningen (The Netherlands).*
- DEGUINE, J.-P., EKUKOLE, G., AMIOT, E., 1993. *La lutte étagée ciblée : un nouveau programme de protection insecticide en culture cotonnière au Cameroun. Cot. Fibres Triopicales* 48, 99–119.
- FOK, M., 1993. *Le développement du coton au Mali par analyse des contradictions : Les acteurs et les crises de 1895 à 1993. Université Montpellier 1, Montpellier.*
- ISAACMAN, A., 1985. *Chiefs, rural differentiation and peasant protest : the Mozambican forced cotton regime 1938-1961. Afr. Econ. Hist.* 15–56.
- PERERA, J., 1993. *A sea turns to dust. New Sci.* 24–27.
- RENOU, A., TOGOLA, M., TÉRÉTA, I., BRÉVAULT, T., 2012. *First Steps Towards “Green” Cotton in Mali. Outlooks Pest Manag.* 23, 173–176. doi:10.1564/23aug07
- ROSSIN, M., 1996. *La Mer d’Aral : chronique d’une mort annoncée. Cot. Développement* 16–24.
- SILVIE, P., DEGUINE, J.P., NIBOUCHE, S., MICHEL, B., VAISSAYRE, M., 2001. *Potential of threshold-based interventions for cotton pest control by small farmers in West Africa. Crop Prot.* 20, 297–301. doi:10.1016/S0261-2194(00)00146-0.
- SOLTOW, H.S., 1994. *Cotton as religion, politics, law, economics and art. Agric. Hist.* 68, 6–19.

VERS DE NOUVELLES DATES DE SEMIS POUR UNE MEILLEURE PRODUCTION COTONNIÈRE AU TCHAD

NAITORMBAIDE Michel, Institut Tchadien de Recherche Agronomique pour le Développement (ITRAD)

DJONDANG Koye Institut Tchadien de Recherche Agronomique pour le Développement (ITRAD)

Auteur correspondance : NAITORMBAIDE Michel, E-mail : naitormbaide_michel@yahoo.fr; Tel : +23566298766/99129568

RÉSUMÉ

Compte tenu des changements climatiques, la date de semis de coton préconisée par la recherche qui s'étend du 25 mai au 05 juillet ne permet plus d'obtenir une bonne production de coton graine au Tchad. Avec un rendement potentiel de 1,707 kg/ha, la variété de coton A51 vulgarisée a vu son rendement baisser de moitié après 30 années de culture. L'une des principales causes de cette baisse drastique de rendement est le non respect de la date de semis.

Cette étude menée sur la Station de Bébédjia vise à contribuer à l'amélioration de la production cotonnière au Tchad par l'adaptation des dates de semis de la variété A51 de coton aux changements climatiques actuels. Le dispositif utilisé est en blocs de Fischer où la variété A51 doit être semée du 15 mai au 30 juillet à intervalles de 5 jours. Compte tenu des variabilités climatiques, les premiers semis n'ont été effectifs que le 04 juin. En plus des données agronomiques, des données climatiques ont été collectées et analysées.

L'étude a montré que dans les conditions agro climatiques actuelles, il est possible d'obtenir un rendement moyen d'1,5 t/ha lorsque le semis du coton est effectué entre le 04 juin et le 04 juillet. Les semis effectués après le 04 juillet entraînent une baisse journalière de rendement de l'ordre de 5%. Pour une bonne production cotonnière au Tchad, il est donc indispensable de sensibiliser les acteurs de la filière à l'adoption de cette nouvelle période au lieu de l'ancienne qui se situait entre le 25 mai et le 05 juillet.

Mots clés : coton, date de semis, rendement, changement climatique, Tchad.

ABSTRACT

Given the climate change, the date of cotton sowing recommended by research, which runs from May 25th to July 5th, no longer makes it possible to obtain good

cotton production in Chad. With a potential yield of 1.707 kg / ha, the popular A51 cotton variety saw its yield drop by half after 30 years of cultivation. One of the main causes of this drastic drop in yield is the non-respect of the sowing date. This study conducted on the Bébédjia Station aims to contribute to the improvement of cotton production in Chad by adapting the sowing dates of the A51 cotton variety to the current climate changes. The device used is in Fischer blocks where the variety A51 must be sown from May 15th to July 30th at intervals of 5 days. Given the climatic variability, the first sowing was effective only on June 4th. In addition to agronomic data, climate data was collected and analyzed. The study showed that under current agro-climatic conditions, it is possible to obtain an average yield of 1.5 t / ha when sowing cotton is carried out between 04 June and 04 July. Seedlings carried out after July 04 lead to a daily yield drop of around 5%. For good cotton production in Chad, it is therefore essential to sensitize the actors of the sector to the adoption of this new period instead of the old one which was between May 25 and July 5.

Key words: cotton, sowing date, yield, climate change, Chad.

INTRODUCTION

Introduit au Tchad en 1928, le coton est l'un des principaux produits agricoles exportés. Il demeure une culture stratégique pour le pays. Le coton a occupé une place prépondérante dans l'économie nationale depuis la période de l'indépendance jusqu'à l'avènement du pétrole en 2003 et même de nos jours. Entre 2005 et 2015, sa contribution au Produit Intérieur Brut (PIB) n'a fluctué qu'entre 0,4 et 1% alors qu'elle était de 2,8% en 2000 (CotonTchad SN et MA, 2016). Il a représenté dans la même année, 30,4% des revenus d'exportation. Cependant, depuis l'avènement du pétrole, il ne représente qu'entre 0,8 et 2,5% des exportations. Dans sa zone de production, le coton impacte la vie quotidienne d'environ 380 000 producteurs, soit environ 3 millions de personnes qui tirent directement ou indirectement l'essentiel de leurs revenus de cette culture.

Malgré son importance économique et sociale, le coton est confronté à plusieurs contraintes que sont entre autres le climat, la baisse de la fertilité des sols, les ennemis des cultures et le non respect par les producteurs des itinéraires techniques conseillés par le service d'encadrement. A ces contraintes biotiques et abiotiques s'ajoute la crise économique mondiale de la filière cotonnière qui a considérablement affecté la production de coton graine. Le rendement moyen en coton graine qui a été de 500 kg/ha dans les années 70 est resté quasiment stagnant depuis lors.

La dernière décennie est particulièrement marquée par des accidents climatiques qui se caractérisent par des périodes sèches, des inondations ou encore des retards des pluies raccourcissant ainsi la longueur des saisons pluvieuses. Cette variabilité se manifeste par des anomalies et des crises plus ou moins aléatoires et laisse apparaître des phases successives ou alternatives d'excédents et de déficits hydriques (Houndenou et Hernandez, 1998). Ainsi, selon Boko (1988), les fluctuations climatiques sont à l'origine des modifications des calendriers culturels. Cette position est également celle de Vignigbé, (1992) qui a montré que la perturbation qu'enregistrent les systèmes culturels s'explique par l'irrégularité pluviométrique, la mauvaise répartition spatio-temporelle des précipitations et surtout le bouleversement du calendrier agricole. Face à la perturbation du calendrier culturel surtout du coton due aux variations climatiques, les producteurs développent plusieurs stratégies d'adaptation pour atténuer les impacts auxquels ils sont soumis. En effet, la période de semis de coton préconisée par la recherche depuis plus de 30 ans se situe entre le 25 mai et le 05 juillet. De nos jours, 60% des semis sont effectués par les producteurs après le 05 juillet par l'installation des périodes sèches (5 à 10 j) en début de campagne, le manque ou l'insuffisance d'équipements agricoles pour la préparation des lits de semis. Pour assurer leurs productions cotonnières, les producteurs développent des stratégies basées sur des connaissances endogènes et empiriques. Il s'agit entre autres des semis précoces effectués dès la première importante pluie ou des semis

tardifs lorsque les pluies sont régulières. Les dates de semis de coton étant ainsi mal maîtrisées, la baisse son rendement s'accroît. Pour améliorer les pratiques culturales d'adaptation aux changements climatiques, il est donc urgent d'évaluer les performances agronomiques du cotonnier à des différentes dates de semis afin de caler cette opération culturale dans le temps pendant la campagne agricole. Cette étude vise à contribuer à l'amélioration de la production cotonnière au Tchad à travers l'actualisation des dates de semis de la variété A51 conseillées par la recherche il y'a plus de 30 ans.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

MATÉRIEL

Site d'étude : Station de Bébédjia (entre 16° 30' et 16° 35' de longitude Est et entre 8° 38' et 8° 44' de latitude Nord) en zone cotonnière du Tchad.

Matériel végétal : coton, variété A51.

Données climatiques : les données de la Station agro météorologique de Bébédjia collectées sur 27 ans (1989 à 2015) sont analysées afin d'apprécier les variations climatiques dans le temps.

MÉTHODES

Le dispositif expérimental est en blocs complets randomisés. Les dates de semis constituent un traitement répété 5 fois dans le dispositif

Ecartements : 0,8 m entre les lignes et 0,30 m entre les poquets.

Parcelle élémentaire : 4 lignes de 10 m de long.

Parcelle utile : 2 lignes centrales de 10 m de long.

Allées entre parcelles élémentaires : 1 m.

Allées entre bloc : 2 m.

Tableau 1. *Liste des dates de semis prévues.*

Dates de semis	Dates de semis	Dates de semis
D0 : 15 mai	D4 : 4 juin	D10 : 4 juillet
D1: 20 mai	D5 : 9 juin	D11 : 9 juillet
D2: 25 mai	D6 : 14 juin	D12 : 14 juillet
D3: 30 mai	D7 : 19 juin	D13 : 19 juillet
	D8 : 24 juin	D14 : 24 juillet
	D9 : 29 juin	D15 : 29 juillet

La période de semis de coton au Tchad s'étend du 25 mai au 05 juillet. Compte

tenu des accidents climatiques du moment, il est retenu 16 dates de semis de façon à prendre en compte toute la période de semis qu'effectuent actuellement les cotonculteurs tchadiens. Malheureusement, pendant 2 années sur trois, la Station n'a pas reçu une pluie utile (>20 mm) avant le mois de juin. C'est pourquoi les quatre premières dates ne seront pas prises en compte dans les analyses statistiques.

CONDUITE DE LA CULTURE

- Préparation des sols : un labour croisé et un hersage ;
- semis : 3 à 4 graines par poquet après une pluie utile (>20 mm) ;
- écartements : 80 cm entre les lignes et 30 cm entre les poquets ;
- sarclages : le premier a lieu 10 à 15 jours après levées et les suivants sont faits à la demande.
- fumure minérale : 150 kg/ha de NPKSB (19-12-19-5-1,2) et 50 kg/ha urée à 46%N 15 jours après levée ;
- protection phytosanitaire : traitement calendaire (tous les 7 jours), avec 6 traitements dont le premier 45 jours après la levée. Le programme fenêtré a été adopté avec trois produits : i) Emacot 019 EC pour les deux premiers traitements ; ii) Cypercal 720 EC pour les deux traitements suivants et ; iii) Conquest C 176 EC pour les deux derniers traitements.

VARIABLES MESURÉES

Les observations sont faites sur les deux lignes centrales (parcelles utiles).

- Dénombrement des poquets levés
- Dénombrement des plants levés
- Hauteur à 30, 60 et 90 jours après levée (JAL) et à la récolte (observation est faite sur
- 10 plants marqués dont un tous les cinq poquets à partir du 3^e poquet sur la ligne utile).
- Prélèvement des capsules pour l'analyse sanitaire
- Dénombrement des branches fructifères
- Dénombrement des plants à la récolte
- Dénombrement des fleurs et capsules tombées saines et trouées
- Dénombrement et poids des capsules récoltées
- Poids coton graine

TRAITEMENT DES DONNÉES COLLECTÉES

Le calcul des statistiques descriptives et l'analyse de variance appliquée aux variables étudiées sont effectués à l'aide du logiciel XLSTAT 2007. Le test de Newman Keuls au seuil de 5% est utilisé pour la comparaison multiple des moyennes.

RÉSULTATS

CONDITIONS CLIMATIQUES PENDANT LA PÉRIODE DE SEMIS.

Le régime pluviométrique de Bébédjia est unimodal avec deux saisons bien marquées : une saison pluvieuse d'avril à octobre et une saison sèche de novembre à mars (Figure 1).

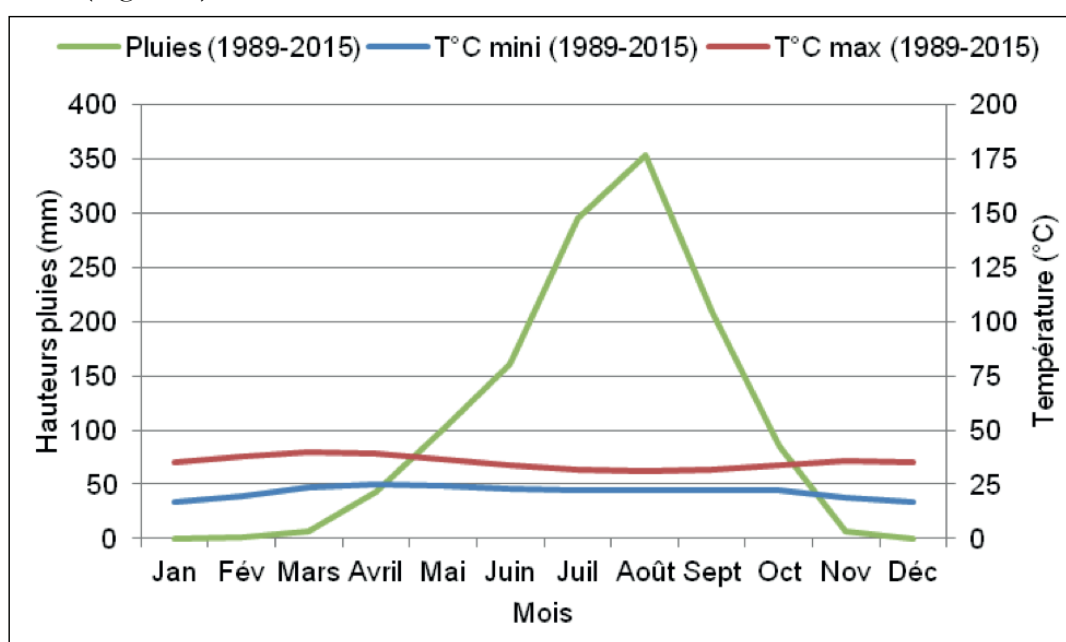


Figure 1. Régime pluviométrique mensuel moyen à Bébédjia de 1989 à 2015

Les hauteurs de pluies atteignent leur maximum au cours du mois d'août avec en moyenne 354 mm et leur minimum en janvier avec 0,3 mm. Au cours de la saison pluvieuse, il était conseillé autrefois de semer le coton entre 25 mai et le 05 juillet. C'était aussi la période pendant laquelle plus de 80% des semis sont effectués car l'agriculture de la zone est de type pluvial. Pendant les deux dernières décennies, les pluviométries de Bébédjia sont marquées par 66,7% d'années déficitaires, 3,7% d'années moyennes et 29,6% d'années excédentaires. Toutefois, la tendance générale est à la hausse (Figure 2). L'année 1989 est la plus excédentaire et celle de 2014 est la plus déficitaire.

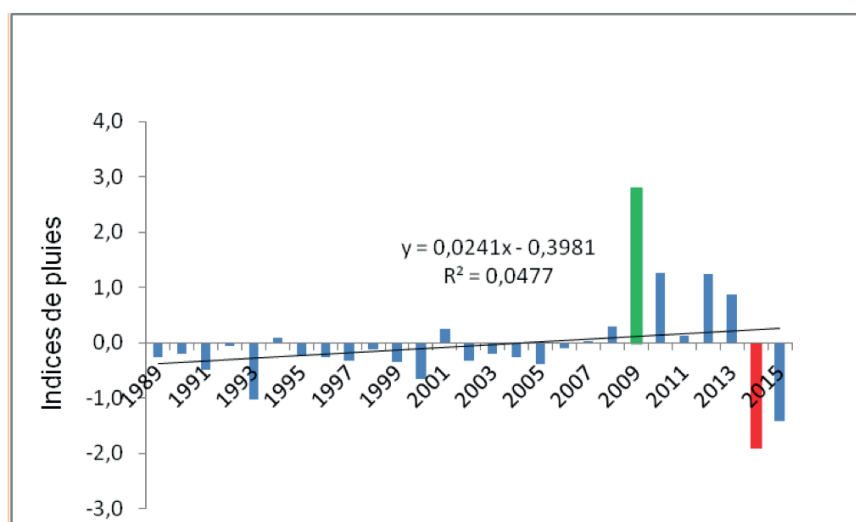


Figure 2. Evolution de l'indice pluviométrique de Bébédjia

Sur les trois années d'étude, la Station n'a reçu qu'une seule pluie utile (>20 mm) en 2014 dans la période allant du 15 au 30 mai. En conséquence, le semis de coton n'a pas été possible dans cette fourchette. C'est pourquoi les analyses statistiques n'ont pris en compte que les données collectées après cette période.

Les températures moyennes mensuelles et annuelles sur la période 1989-2015 permettent de déterminer le rythme de l'évolution de la température moyenne dans la zone d'étude. L'analyse de la figure 3 révèle que la température moyenne augmente de 25,9°C en janvier à 32,4°C en avril.

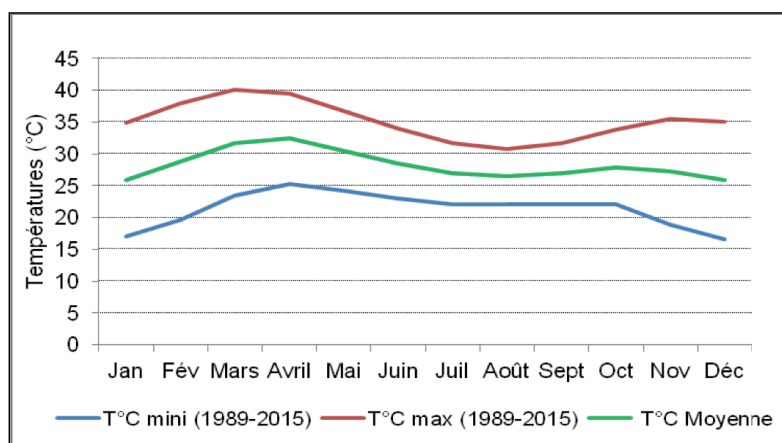


Figure 3. Régime thermique mensuel moyen à Bébédjia de 1989 à 2015

La température diminue progressivement de 30,5°C en mai à 26,5°C, à 28,6 °C en juin, puis 26,9 °C en juillet. Au Tchad, les semis de coton sont effectués dans 95% des cas entre les mois de juin et juillet, période pendant laquelle les températures oscillent entre 27 et 29 °C.

La figure 4 met en évidence la variabilité interannuelle des températures moyennes, maxima et minima sur la période de 1989-2015 à la station de Bébédjia. L'évolution de la température moyenne varie entre 27,1 °C en 1989 à 28,2 °C en 2015, soit une augmentation de 1,1 °C

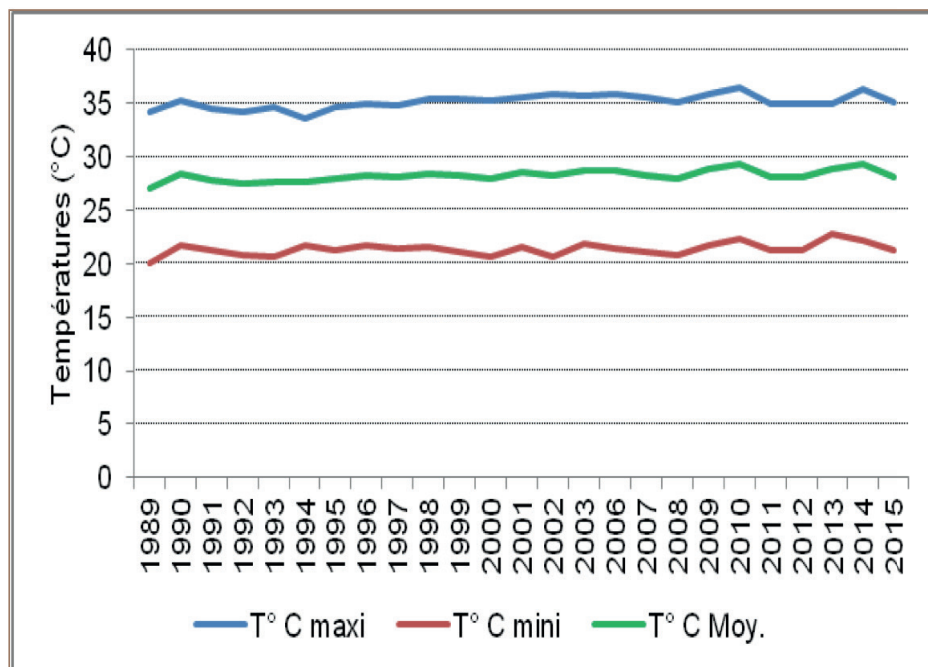


Figure 4. Evolution des températures annuelles à Bébédjia de 1989 à 2015

EFFET DES DATES DE SEMIS SUR LA DENSITÉ DES COTONNIERS

La densité potentielle des cotonniers est de 83333 plants/ha (2 plants/poquet). Le test de Newman Keuls (5%) appliqué aux densités des cotonniers est significatif. Les densités les plus importantes des cotonniers sont obtenues avec les dates D6 et D7 (Tableau 2). La plus faible densité est obtenue avec la date de semis D4 (4 juin). Bien qu'à la date D10 (4 juil.), la densité des cotonniers soit relativement faible, les dates de semis suivantes ont permis d'obtenir des densités relativement bonnes.

Tableau 2. Dates de semis sur la densité des cotonniers

Dates de semis	Densités moyennes (Plant/ha)
D4 (4 juin)	34500,000 c
D5 (9 juin)	54916,667 ab
D6 (14 juin)	69583,333 a
D7 (19 juin)	69250,000 a
D8 (24 juin)	67916,667 ab
D9 (29 juin)	64250,000 ab

Dates de semis	Densités moyennes (Plant/ha)
D10 (4 juil.)	52000,000 b
D11 (9 juil.)	54833,333 ab
D12 (14 juil.)	63250,000 ab
D13 (19 juil.)	60000,000 ab
D14 (24 juil.)	56833,333 ab
D15 (29 juil.)	63833,333 ab
Pr > F	0,000
Significatif	Oui
Coefficient de variation (%)	25

EFFET DES DATES DE SEMIS SUR L'ÉTAT SANITAIRE DES ORGANES DES COTONNIERS

Le nombre des boutons floraux troués tombés ainsi que le pourcentage des capsules infestées sont relativement faibles dans les parcelles semées à différentes dates. Le test de Newman Keuls (5%) est significatif pour les variables boutons floraux et les capsules infestées. Le nombre de boutons floraux tombés à la date D10 (4 juil.) est statistiquement supérieur à celui de la date D14 (24 juil.). S'agissant des capsules infestées, le pourcentage le plus élevé est obtenu avec les dates D6 et D7 (Tableau 3).

L'analyse sanitaire a montré que les ravageurs les plus présents ayant causé la chute des boutons floraux ainsi que les capsules sont *Aphis gossypii* et *Dysdercus voelkeri*.

Tableau 3. Dates de semis et état sanitaire des organes des cotonniers

Dates de semis	Boutons floraux troués tombés/plant	Proportions des capsules saines	Proportions des capsules infestées
D4 (4 juin)	0,010 ab	1,456 a	0,420 ab
D5 (9 juin)	0,012 ab	1,496 a	0,466 ab
D6 (14 juin)	0,030 ab	1,684 a	0,522 a
D7 (19 juin)	0,038 ab	2,075 a	0,579 a
D8 (24 juin)	0,052 ab	1,873 a	0,405 ab
D9 (29 juin)	0,053 ab	1,572 a	0,461 ab
D10 (4 juil.)	0,073 a	1,755 a	0,311 ab
D11 (9 juil.)	0,015 ab	2,127 a	0,266 ab
D12 (14 juil.)	0,016 ab	1,306 a	0,329 ab
D13 (19 juil.)	0,043 ab	1,958 a	0,303 ab
D14 (24 juil.)	0,007 b	1,584 a	0,167 b

Dates de semis	Boutons floraux troués tombés/plant	Proportions des capsules saines	Proportions des capsules infestées
D15 (29 juil)	0,013 ab	1,824 a	0,311 ab
Pr > F	0,014	0,129	0,014
Significatif	Oui	Non	Oui
Coefficient de variation (%)	114	28	50

Les insectes utiles tels que les acariens et les syrphes ont été présents sur les cotonniers. Ils sont particulièrement présents sur les cotonniers semés entre les dates D4 (4 juin) et D10 (4 juil.). Le pourcentage des capsules saines tombées est relativement faible dans tous les traitements (dates de semis).

EFFET DES DATES DE SEMIS SUR QUELQUES COMPOSANTES DU RENDEMENT EN COTON GRAINE

Le nombre de branches fructifères renseigne sur le développement de la plante et permet de faire une prévision approximative du rendement. Le nombre de branches fructifères le plus élevé est obtenu avec la date de semis D6 (14 juin). Entre les dates D4 (4 juin) et D9 (29 juin), le nombre de branches fructifères est relativement élevé, mais à partir de la date D10 (4 juil.), le nombre de branches fructifère devient de plus en plus faible (Tableau 4).

Les poids moyens capsulaires (PMC) obtenus avec les différentes dates de semis sont relativement faibles à partir de la date D9. Le test de Newman Keuls (5%) appliqué aux PMC est significatif. Les dates de semis D4, D5, D6, D7 et D9 ont des PMC statiquement identiques et supérieurs aux PMC obtenus avec les autres dates de semis. La date de semis D6 permet d'obtenir un PMC proche de celui de la variété à l'origine (4,9 g).

Tableau 4. Dates de semis et quelques composantes du rendement en coton graine

Dates de semis	Nombre branches fructifères	Poids moyen capsulaire (g)	Rendement (kg/ha)
D4 (4 juin)	6,667 ab	4,366 a	1084,000 de
D5 (9 juin)	7,0000 ab	4,461 a	1745,250 ab
D6 (14 juin)	8,000 a	4,779 a	1826,667 a
D7 (19 juin)	6,333 ab	4,633 a	1633,500 abc
D8 (24 juin)	7,000 ab	4,284 ab	1334,083 bcd
D9 (29 juin)	6,0000 ab	4,532 a	1414,417 abcd
D10 (4 juil.)	5,667 b	4,256 ab	1272,833 bcd
D11 (9 juil.)	5,667 b	3,932 ab	1125,500 de

Dates de semis	Nombre branches fructifères	Poids moyen capsulaire (g)	Rendement (kg/ha)
D12 (14 juil.)	6,000 ab	3,870 ab	967,500 de
D13 (19 juil.)	5,667 b	3,853 ab	1219,167 cd
D14 (24 juil.)	4,000 c	3,615 ab	912,500 de
D15 (29 juil.)	4,000 c	3,216 b	665,333 e
Pr > F	0,0001	0,000	0,000
Significatif	Oui	Oui	Oui
Coefficient de variation (%)	22	24	43

Le test de Newman Keuls (5%) appliqué aux rendements obtenus avec les différentes dates est significatif. La date de semis D6 (14 juin) permet d'obtenir le meilleur rendement (1,8 kg/ha). Toutefois, les dates D5 (9 juin) et D7 (19 juin) permettent également d'obtenir des rendements très proches de celui de la variété à l'origine (1,707 kg/ha).

DISCUSSION

Le climat est globalement très favorable pour la culture cotonnière au Tchad. Cependant, l'analyse des données climatiques collectées à la Station agro climatique de Bébédjia a montré que les pluies utiles (≥ 20 mm) tombent généralement après le 20 mai. C'est ainsi qu'il n'a pas été possible de respecter les quatre premières dates de semis (D0=15 mai ; D1=20 mai, D2=25 mai, D3: 30 mai) préconisées par le protocole de recherche. En effet, la saison pluvieuse commence souvent au mois d'avril, mais les pluies sont souvent accidentelles et n'atteignent pas la hauteur minimale permettant les semis de coton (≥ 20 mm). Aussi, les températures qui sont en hausse de 1,1 °C confirmant ainsi le phénomène de réchauffement climatique ne favorisent pas les semis lorsque la quantité d'eau dans le sol n'est pas suffisante. Codjo et *al.* (2013) ont également montré qu'au sud du Bénin, les températures sont en hausse. Selon ces auteurs, les températures au sud du Bénin sont en hausse de 2,3°C (température maximale) et 1,9°C (température minimale). Celles du nord et du centre de ce pays sont également en hausse respectivement de 1,1°C et 1°C (Ogouwalé 2006 ; Boko et *al.*, 2012). Selon le Groupe Intergouvernemental des Experts pour l'étude du Climat (2001), d'ici 2100, on assistera à l'élévation de la température de l'ordre de 5,8 °C. La tendance à la hausse des températures et le retard des pluies constatés à Bébédjia sont des causes certaines de la baisse de rendement de coton graine, mais ne sont pas les seuls déterminants (Ouorou, 2010).

La densité des cotonniers de 83333 plants/ha pouvant permettre d'approcher le potentiel de production de la variété n'a pas été atteinte quelle que soit la date de semis. Lorsque les semis sont effectués avant le 10 juin et après le 04 juillet, les den-

sités des cotonniers sont relativement faibles. Les densités des cotonniers étant relativement faibles, on assistera à une prolifération des adventices lors que les pluies se seront installées. Ainsi, la maîtrise de l'enherbement sera de plus en plus difficile. En conséquence, les engrais minéraux appliqués à la culture seront mal valorisés.

Sur les cotonniers semés après le 04 juillet, les insectes utiles sont de moins en moins nombreux probablement à cause à des traitements insecticides répétés pour protéger les cotonniers contre les ravageurs.

Les capsules saines tombées sont probablement liées aux irrégularités des pluies. Sekloka et *al.*, (2016) ont aussi montré que l'irrégularité des pluies induit une chute élevée d'organes fructifères au niveau des premières sympodiales qui est compensée par la production d'un plus grand nombre total de noeuds fructifères à l'échelle de la plante.

Les branches fructifères sont de moins en moins nombreuses pour les semis effectués à partir du 04 juillet. Après cette date, les semis peuvent être considérés comme tardifs. C'est ainsi que les PMC sont très faibles ainsi que les rendements en coton graine. Ces résultats confirment ceux obtenus par de nombreux auteurs (Sekolka. et *al.*, 2015 ; Crawley et *al.*, 2004 ; Gornus et Yucel, 2002 ; Sekolka et *al.*, 2008). Selon Sekolka. et *al.*, (2015), les cotonniers semés tardivement en culture pluviale ne bénéficient pas du pic de minéralisation de la matière organique du sol, qui se produit au début de la saison des pluies. De plus, la fenêtre favorable à la floraison étant raccourcie, ils produisent moins de fleurs, moins de capsules qui sont également petites.

Les résultats de cette étude montrent que la période de semis pendant laquelle il est possible de produire assez de capsules de tailles moyennes permettant d'approcher le potentiel du rendement en coton graine de la variété A51 se situe entre le 04 juin et le 04 juillet.

CONCLUSION

Face à la pratique paysanne de semis tardif et aux phénomènes liés aux changements climatiques, l'étude portant sur les dates de semis vise l'actualisation de celles-ci.

Sur les trois années d'étude, une seule a connu une pluie utile (≥ 20 mm) avant le 25 mai permettant ainsi de respecter toutes les dates de semis prévues par le protocole de recherche. L'analyse des données climatiques a révélé que les pluies utiles ne sont régulières qu'à partir du 04 juin. Les températures sont également globalement en hausse. Ces perturbations climatiques ont totalement remis en cause la période de semis de coton préconisée par la recherche et qui se situait entre le 25 mai et 05 juillet. Dans le contexte actuel de changements climatiques, il est possible d'obtenir un rendement moyen d'1,5 t/ha lorsque le semis du coton est effectué entre le 04 juin

et le 04 juillet. Les semis effectués après le 04 juillet entraînent une baisse journalière de rendement d'environ 5%. Pour une bonne production cotonnière au Tchad, des actions de sensibilisation s'imposent aux acteurs de la filière pour cette nouvelle période favorable à la production cotonnière. Une fiche technique actualisée de production de coton ainsi que des formations organisées à l'endroit des cotonculteurs et autres acteurs de développement permettront de diffuser largement les résultats de cette étude.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOKO M., KOSMOWSKI F., VISSIN W.E., 2012 : *Les Enjeux du Changement Climatique au Bénin : Programme pour le Dialogue Politique en Afrique de l'Ouest*. Konrad-Adenauer-Stiftung, Cotonou, 65 p.
- BOKO M., 1988 : *Climats et communautés rurales du Bénin : rythmes climatiques et rythmes de développement*. Thèse de Doctorat ès d'Etat, Université de Bourgogne, Dijon, 601 p.
- CODJO T., LAMODI F., AGBALESSI S., OGOUWALE R., OGOUWALE E., 2013 : *Stratégies paysannes d'adaptation aux changements climatiques dans la commune de pobè : 164-169*. In Boko M., Vissin E.W., Afonda S., « *Climat Agriculture, Ressources en Eau d'hier à demain* », Actes du XXVIème Colloque de l'AIC, Bénin, 573 p.
- COTONTCHAD SN ET MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, 2016. *La filière cotonnière du Tchad, historique, évolution et perspectives*, 25 p.
- CRAWLEY S., COSKREY A., BAUGH T. ET LEGE K., 2004. *Planting date effect on variety performance in the coasta plains in South Carolina, 2047-2047*, in *National Cotton Council (Edition) Proc. Balt. Cot. Conf., Memphis, TN (USA)*.
- DAGBENONBAKIN G. D., CHOUGOUROU C. D., AHOYO ADJOVI N. R., FAYALO G., DJENONTIN J. P. A ET IGUE A. M., 2012. *Effets agronomiques du compost et du N14P23K14S5B1 sur la production et les caractéristiques du rendement de coton-graine au Nord Bénin*. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB). Numéro spécial Coton – Septembre 2012. P : 36-46.
- DJOHY G.L., BOI WOSSO E., KINZO N.E.. 2015. *Variabilité climatique et production cotonnière dans la commune de Kandi au nord bénin*. XXVIIIe Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Liège 2015. P : 325-330.
- GROUPE INTERGOUVERNEMENTAL DES EXPERTS POUR L'ÉTUDE DU CLIMAT (GIEC) 2001 : *Pauvreté et changements climatiques : Rapport sur Réduire la vulnérabilité des populations pauvres par l'adaptation aux changements climatiques*. Berlin Media Company, Allemagne, 43 p.
- GORNUS Q. ET YUCEL C., 2002. *Different planting date potassium fertility effects on cotton yield and fiber properties in the Kurova region, Turkey*, Field crop Res., 78, 141-149.
- HOUNDÉNOU C., HERNANDEZ K., 1998 : *Modification de la saison pluvieuse dans l'Atakora (1961-1990). Un exemple de sécheresse au nord-ouest du Bénin (Afrique occidentale)*. Sécheresse, 9, 1, 23-34.
- OGOUWALÉ E., 2006 : *Changements climatiques dans le Bénin méridional et central : Indicateurs, scénarios et prospective de la sécurité alimentaire*. Thèse de Doctorat, UAC, FLASH, 302 p.
- OUOROU BARRE F.I., 2010 : *Variabilité climatique et production agricole dans les communes de Tanguiéta et Matéri*. Mémoire de DEA à UAC, Bénin, 109 p.
- SEKLOKA E., LANÇON J., AMÉGNIKIN Z.V., THOMAS G., 2016. *Influence des conditions de culture sur la production de capsules chez le cotonnier (Gossypium hirsutum L.) en conditions de culture pluviale au Bénin*, Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 2016 20(2), 161-170.
- SEKOLKA E., LANÇON E., BATAMOSSI M. ET THOMAS G., 2015. *La réduction de la croissance végétative à forte densité de semis comme stratégie d'adaptation variétale aux semis tardifs en culture cotonnière pluviale au Bénin*, Tropicultura, 2015, 33, 4, 299-308.
- SEKOLKA E., LANÇON E., HAU B., LEWICKI S. ET THOMAS G., 2008. *Breeding new cotton varieties to fit the diversity of cropping conditions in Africa – Effect of plant architecture, earliness and effective flowering time on late – planted cotton productivity*, Expl. Agri., 44, 197-207.
- VIGNIGBE J., 1992 : *Contraintes climatiques et développement agricole sur le plateau d'Abomey*. Mémoire de Maîtrise de Géographie à UAC/FLASH/DGAT, 110 p.

EFFETS DES AMENDEMENTS ASSOCIÉS À LA FERTILISATION MINÉRALE SUR LE RENDEMENT DU COTONNIER EN ZONE MALI SUD

SISSOKO Fagaye, Institut d'Économie Rurale (IER), Centre Régional de Recherche Agronomique de Sikasso (CRRRA/Sikasso)

TRAORÉ Amadou, IER, CRRRA/Sikasso

NOUHOU KADRI Ousmane, IER, CRRRA/Sikasso

Auteur correspondant : SISSOKO Fagaye, CRRRA Sikasso Bp16,
E-mail : fagaye_sissoko@yahoo.fr

RÉSUMÉ

Pour évaluer l'effet des amendements associés à la fertilisation minérale sur le rendement du coton, une étude a été conduite durant deux années sur sols ferrugineux tropicaux lessivés en zone Mali Sud. Trois types d'amendements ont été utilisés avec des caractéristiques spécifiques (Phosphate Naturel de Tilemsi (PNT) qui apportent du calcium et du phosphore, chaux agricole (Dolomie) de Toukoto qui apporte de calcium et du magnésium et fumure organique produite en milieu paysan qui apporte à faible dose tous les éléments utilisés par les plantes) et comparés au témoin non amendé dans un dispositif en blocs dispersés. Il a été mis en place sur une parcelle d'un hectare avec deux types d'aménagements : une parcelle aménagée en courbe de niveau (1/2 ha) et une parcelle non aménagée (1/2 ha). La variété de coton utilisée est du type *Gossypium hirsutum* L. Les aménagements en courbe de niveau ont permis d'améliorer l'humidité du sol spécialement en début d'hivernage. Les amendements par le Phosphate Naturel de Tilemsi, la dolomie de Toukoto et la fumure organique ont amélioré les rendements du coton d'une manière générale. L'apport de 200 kg.ha⁻¹ de PNT a augmenté de façon significative le rendement du coton à Benguéné de 33% par rapport au témoin sans amendement. Dans la même localité l'apport de la dolomie à la dose 500 kg.ha⁻¹ a permis d'augmenter les rendements de 10% et l'apport de la fumure organique à 5 000 kg.ha⁻¹ a permis d'augmenter les rendements de 20%. Dans les parcelles non aménagées aucune différence significative n'a été observée entre les différents objets. L'augmentation du rendement a été de 10% pour la chaux agricole et celle de la fumure organique 5 000 kg.ha⁻¹ a été de 9%. En zone plus humide, l'analyse de la variance n'a pas montré de différence significative entre les rendements aussi bien dans les parcelles aménagées (PA) que dans les parcelles non aménagées (PNA). L'association de l'écimage aux paquets techniques a permis d'améliorer le rendement.

Mots-clés. Phosphate, Dolomie, Aménagement, Ecimage, Rendement.

ABSTRACT

To evaluate the effect of amendments associated to mineral fertilization on cotton yield, a survey has been driven during two years on tropical ferruginous washed soils in Mali Sud. Three types of amendments have been used with specific characteristics (Natural Phosphate of Tilemsi (PNT) which brings calcium and phosphorus, agricultural lime (Dolomite) of Toukoto which brings calcium and magnesium and organic fertilizer produced in a peasant environment which brings low dose of all elements used by the plants) and compared to the control with no amendments in a dispersed block device. It has been put on one hectare with two types of managements: a parcel arranged in curve level (1/2 ha) and non-arranged parcel (1/2 ha). Cotton variety used is *Gossypium hirsutum* L. Management in curve level permitted to improve soil humidity especially in the beginning of raining season. The amendments by Phosphate Natural of Tilemsi (PNT), dolomite and organic manure produced in peasant environment improved cotton yield in a general manner. By using 200 kg.ha⁻¹ of PNT significantly increased cotton yield until 33% in Benguéné in relation to no amendment plot. In the same locality the contribution of the agricultural lime at 500 kg.ha⁻¹ permitted to increase cotton yield to 10% and the contribution of the organic manure at 5,000 kg.ha⁻¹ permitted to increase cotton yield to 20%. In the field no managed no meaningful difference has been observed between different objects. Yield increase was 10% for agricultural lime and 9% for manure organic at 5,000 kg.ha⁻¹. In more humid zone, statistical analysis didn't show a meaningful difference as well between managed field and no managed field. The association of topping to the technical packets permitted to improve yield when it is applied on all cotton.

Keywords : Phosphate, Dolomite, Landscaping, Ecimage, Yield.

INTRODUCTION

L'agriculture est très ancienne dans la zone Mali sud. Elle a cependant évolué depuis des dizaines d'années en s'adaptant à des contextes changeants. Ces évolutions ont abouti à des systèmes de culture cotonniers relativement performants, reposant en particulier sur l'association entre l'agriculture et l'élevage (Vall et al., 2011). Cependant, ces systèmes de culture sont confrontés à plusieurs contraintes parmi lesquelles on peut citer : l'irrégularité des pluies (Traoré et al., 2013), les risques d'érosion élevés (Sissoko, 2009), les pertes par ruissellement (Diallo et al., 2004 ; Gigou et al., 2006), la baisse récurrente de la fertilité des sols (Autfray et al., 2012) combinées à certaines pratiques culturales inappropriées des exploitations telles que l'apport tardif des engrais minéraux ou leur sous dosage, et la non application correcte des produits de protection du cotonnier (Traoré et al., 2005).

Les bilans minéraux et organiques des systèmes de culture à base de cotonnier sont déficitaires (Sissoko et al., 2005, Kanté, 2001 ; Van der Pol et Traoré, 1993). Le coton est cultivé sur des sols ferrugineux tropicaux lessivés qui ont généralement une tendance naturelle à l'acidification, le pH des sols peut passer de 6.5 à 5.8 après dix années de culture avec une fertilisation uniquement minérale (IER, 1990). Il ressort des études du programme coton de l'Institut d'Economie Rurale (IER, 2013) que 83 % des sols de la zone cotonnier du Mali ont un pH inférieur ou égal à 6,5 donc considéré comme acide et 17 % de ces sols ont un pH inférieur à 5,5 seuil au-dessous duquel l'acidité réduit considérablement la croissance et les rendements des cultures (Veldkamp et al., 1991).

Le coton supporte très mal l'acidité du sol. Parmi les facteurs pouvant contribuer à la baisse des rendements, le pH du sol joue un rôle très important. Les amendements (apport de chaux, de fumure organique et phosphate naturel de Tilemsi) peuvent être des moyens pour l'amélioration de l'efficacité des fertilisants.

Les amendements organo-minéraux jouent un rôle important sur diverses propriétés du sol permettant la justification de leur utilisation sur les sols ferrugineux tropicaux lessivés (Piéri, 1989 ; FAO, 2004). Sans cette correction de l'acidité des sols, la baisse des rendements peut remettre en cause la pérennité des systèmes de culture et par conséquent la culture du coton, principale source de devises du Mali. En culture continue, les pertes sont estimées entre 24 à 46 % des valeurs initiales respectivement sur des systèmes avec ou sans fumure organique, après dix années de culture (Ballo, 1997).

C'est ainsi que cette étude qui vise à améliorer par une approche participative la productivité agricole par des modes de gestion durables de la fertilité des sols a été initiée en zone cotonnière du Mali Sud. Elle a comme objectifs spécifiques de (1) tester de manière participative les aménagements en courbes de niveaux et les

techniques de fertilisation organo-minérales, (2) améliorer la résilience des systèmes de production (la capacité d'adaptation) aux risques climatiques, aux dégradations des ressources naturelles (baisses de fertilité des sols) et (3) tester des techniques de correction de l'acidité des sols.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

LES SITES DE L'ÉTUDE

Les expérimentations ont été conduites dans deux villages :

- Ziguéna: 11°38'050" Nord et 05°52'847" Ouest) ;
- Benguéné : 12°48, 400' Nord et 05°50'800" Ouest).

MATÉRIEL VÉGÉTAL

Deux variétés de STAM qui sont de types précoces à branches végétatives réduites avec de petites capsules portant un mucron fin et allongé ont été cultivées : STAM 59 A à Benguéné et STAM 279 A à Ziguéna.

MATÉRIELS TECHNIQUES

Les engrais minéraux utilisés ont été le complexe coton ($14\text{ N}-18\text{ P}_2\text{O}_5-18\text{ K}_2\text{O}+6\text{ S}+1\text{ B}$) et l'urée $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. Trois types d'amendements ont été utilisés, la chaux agricole ou dolomie produite au Mali à Tokoto (18 à 23% de MgO et de 30% de CaO), le Phosphate Naturel de Tilemsi (PNT) avec une teneur en P_2O_5 variant entre 27 et 31 % et 40 % de CaO et la fumure organique avec des teneurs variables.

Les insecticides utilisés ont été Tihan® (flubendiamide 100 g.l^{-1} + spirotétramate 75 g.l^{-1}) et Capt 88EC® (cyperméthrine 72 g.l^{-1} + acétaméprid 16 g.l^{-1}).

DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Cette étude en milieu paysan a été réalisée en deux étapes.

Lors de la campagne en 2014-2015, un dispositif en blocs dispersés avec deux répétitions a été installé chez cinq (5) producteurs par village. Une parcelle d'un demi-hectare aménagée en courbe de niveau (PA), à l'intérieur de laquelle les lignes de semis ont été orientées parallèlement aux courbes de niveaux et une parcelle non aménagée en courbe de niveau (PNA), dans laquelle il a été demandé aux producteurs d'orienter les lignes de semis selon leurs pratiques habituelles. Dans les parcelles de tous les objets, la fumure minérale recommandée (FR) a été utilisée. Les quatre (04) objets ci-dessous ont été testés.

Objet 1= FR (200 kg.ha^{-1} de complexe coton + 50 kg.ha^{-1} d'urée)

Objet 2= FR + 200 kg.ha^{-1} de Phosphate Naturel de Tilemsi (PNT)

Objet 3= FR + 500 kg.ha-1 de dolomie

Objet 4= FR + 5 000 kg.ha-1 de fumure organique

En 2015-2016, un dispositif en blocs dispersés sans répétition a été installé chez dix (10) producteurs dans les deux villages. La superficie a été d'un hectare subdivisé en deux parties d'un demi-hectare chacune. La parcelle expérimentale (PE) a été subdivisée en deux parcelles égales, les innovations de la recherche ont été appliquées. Elles ont concerné l'aménagement en courbes de niveau, la protection intégrée de la culture, l'utilisation du semoir Nafama, et l'application de la dolomie ou de PNT en fonction des sites et l'écimage (PE1 écimée à 100 % et PE2 écimée à 20 %).

Dans la parcelle de la pratique paysanne (PP), aucun appui de la recherche n'a été apporté.

Les autres pratiques culturales dans les parties PE, en particulier les sarclages et les apports d'engrais complexes et de l'urée, ont été réalisées comme dans les parties PP correspondantes.

PARAMÈTRES MESURÉS ET ANALYSES

Des échantillons de sol ont été prélevés dans les parcelles des producteurs aux profondeurs de 0-20 cm et 20-40 cm et envoyés au laboratoire Sol-Eau-Plante de l'Institut d'Economie Rurale Bamako-Sotuba. Les analyses suivantes ont été demandées : la granulométrie, le pH, la matière organique, l'azote total, le phosphore assimilable, le potassium échangeable, la capacité d'échange cationique, le calcium échangeable, le magnésium échangeable et le sodium échangeable.

Trois emplacements (10 lignes de 10 mètres chacun) ont été choisis dans chaque objet pour l'estimation de la densité de peuplement après le démariage à la récolte. A la récolte, les mêmes emplacements ont été utilisés pour l'estimation du rendement. Le coton a été récolté en deux passages pour éviter les pertes.

Les données collectées ont été saisies sous Excel avant d'être soumises à une analyse de variance (ANOVA) à l'aide du logiciel GenStat Discovery Edition 4. Le test de Newman et Keuls au seuil de probabilité de 5% a été utilisé pour la comparaison des moyennes.

RÉSULTATS

SITUATION PLUVIOMÉTRIQUE AU COURS DES DEUX CAMPAGNES À BENGUÉNÉ ET ZIGUÉNA

Le cumul enregistré par site est similaire pour les deux campagnes (**tableau 1**). A Benguéné, le cumul a été inférieur à 900 mm avec un nombre de jours pluvieux très proche. Par contre à Ziguéna, le cumul est plus important et une variabilité a été

constatée entre le nombre de jours pluvieux (61 jours au cours de campagne 2014-2015 contre 77 jours en 2015-2016).

Tableau 1 : *Quantité de pluie et nombre de jours de pluie au cours des deux campagnes*

Site	Campagne 2014-2015		Campagne 2015-2016	
	Cumul	Nombre de jours	Cumul	Nombre de jours
Benguéné	879	48	829	47
Ziguéna	1189	61	1138	77

3.2. ETAT DE FERTILITÉ INITIALE DES SOLS DES PARCELLES D'EXPÉRIMENTATION

Les résultats des différentes analyses effectuées figurent dans le **tableau 2**. Dans les horizons 0-20 cm et 20-40 cm, les pH sont similaires dans les deux villages. Les teneurs en matière organique sont faibles (moins de 1%). Les teneurs en bases échangeables et la capacité d'échange cationique sont faibles (Olsen et Sommers, 1982 ; Doumbia, 2009). La teneur en argile est très faible (moins de 5%), le taux de sable est supérieur à 70 %.

L'horizon 20-40 cm est plus acide et moins riche que l'horizon 0-20 cm à Benguéné. La teneur en limon est plus élevée à Ziguéné.

Tableau 2 : *Caractéristiques physico-chimiques les parcelles d'expérimentation dans les différents villages*

Paramètres évalués	Ziguéna		Benguéné	
	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
pH (eau)	5,7	5,7	5,7	5,6
pH (KCl)	5,3	5,3	5,2	5,2
Matière organique % C	0,5	0,4	0,3	0,3
Azote total %N	0,02	0,02	0,02	0,02
Phosphore assimilable ppm P	12,0	5,4	6,1	4,5
CEC acétate d'ammon.meq/100g	7,3	8,0	4,2	5,3
Ca échangeable (meq/100g)	3,6	4,1	1,7	2,4
Mg échangeable (meq/100g)	1,8	2,1	0,8	1,2
K échangeable (meq/100g)	0,3	0,2	0,2	0,1
Na échangeable (meq/100g)	0,1	0,1	0,1	0,1
Sable % > 0.05mm	47,7	52,3	71,8	64,2
Limon fin % 0.05-0.002mm	47,5	43,0	24,6	32,2
Argile % < 0.002mm	4,4	4,7	3,6	3,6

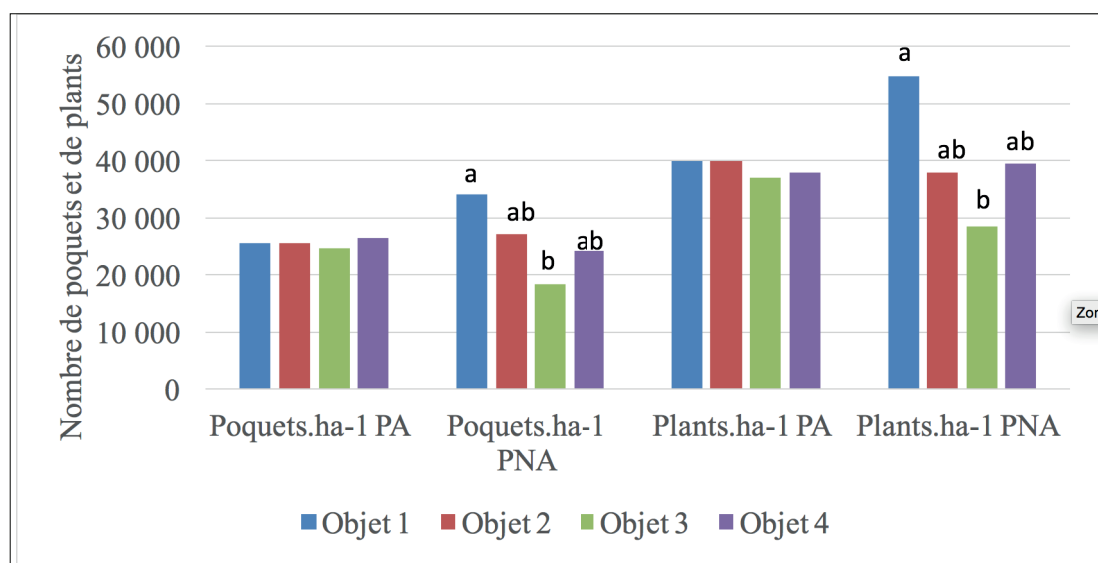
RÉSULTATS OBTENUS À BENGUÉNÉ ET À ZIGUÉNA AU COURS DE LA CAMPAGNE 2014-2015

Nombre de poquets et de plants après le démariage et à la récolte à Benguééné

L'analyse de variance n'a pas montré de différence significative entre le nombre de poquets par hectare dans les parcelles PA. Cependant, une différence significative ($p = 0,034$) a été observée entre le nombre de poquets par hectare dans les parcelles PNA (**figure 1**).

Le même constat a été fait avec le nombre de plants par hectare. Si aucune différence significative n'a été observée dans les parcelles PA, une différence significative ($p = 0,043$) a été observée dans les PNA. La meilleure densité (54 798) a été obtenue avec l'Objet 1 et la plus faible densité 39 551 avec l'Objet 3.

En moyenne, le nombre de poquets par hectare et le nombre de plants par hectare observés à Benguééné ont été très faibles avec respectivement moins de 63 % pour le nombre de poquets par rapport au nombre théorique de 41 667 poquets.ha⁻¹ et moins de 50 % pour le nombre de plants.ha⁻¹ par rapport au nombre théorique de 83 333 plants.ha⁻¹.



Légende : Parcelle aménagée = PA ; Parcelle non aménagée = PNA ; Ecart type résiduel = ETR ; Objet 1= FR (200 kg.ha⁻¹ de complexe coton + 50 kg.ha⁻¹ d'urée) ; Objet 2= FR + 200 kg.ha⁻¹ de Phosphate Naturel de Tilemsi (PNT) ; Objet 3= FR + 500 kg.ha⁻¹ de chaux agricole ; Objet 4= FR + 5 000 kg.ha⁻¹ de fumure organique

Figure 1 : nombre de poquets et de plants par hectare après le démariage à Benguééné au cours de la campagne 2014-2015

Rendements obtenus à Benguéne en 2014-2015

L'analyse de variance a montré une différence significative ($p=0,021$) entre les rendements obtenus avec les différents objets dans les PA (**figure 2**). L'objet 1 (fumure recommandée) a été statistiquement différent de l'objet 2 (FR + 200 kg.ha⁻¹ de PNT). L'augmentation de rendement de l'objet 2 par rapport à l'objet 1 a été 33% ($p=0,004$). L'objet 1 a été statistiquement équivalent à l'objet 3 (FR + 500 kg.ha⁻¹ de chaux agricole) et à l'objet 4 (FR + 5 000 kg.ha⁻¹ de fumure organique). L'apport de la chaux agricole à 500 kg.ha⁻¹ a permis d'augmenter les rendements de 10% ($p=0,193$) et l'apport de la fumure organique à 5 000 kg.ha⁻¹ a permis d'augmenter les rendements de 20% ($p=0,0029$).

Dans les PNA aucune différence significative ($p=0,566$) n'a été observée entre les différents objets. L'apport de la chaux agricole a permis d'améliorer le rendement par rapport à celui du témoin de 10% et celle de la fumure organique à 5 000 kg.ha⁻¹ a été de 9%.

Le rendement moyen des PA a été de 1 405 kg.ha⁻¹ contre 1 282 kg.ha⁻¹ pour les PNA.

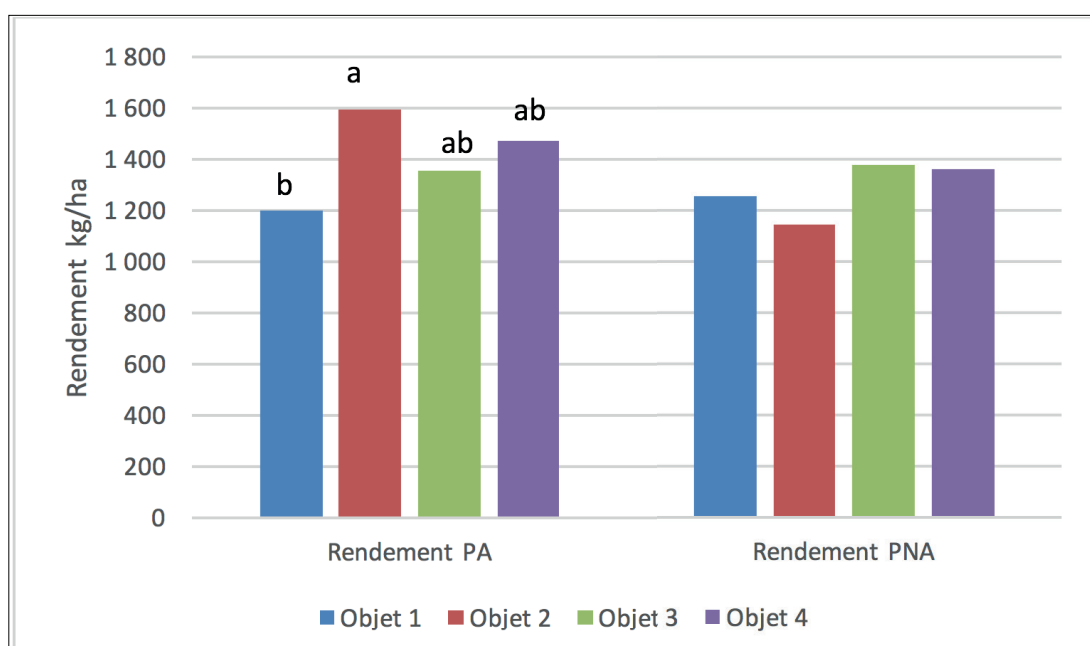


Figure 2 : Rendements moyens (kg.ha⁻¹) obtenus chez les producteurs de Benguéne au cours de la campagne 2014-2015

3.3.4. Nombre de poquets et de plants après le démariage à Ziguéna

L'analyse statistique n'a pas montré de différence significative entre le nombre de poquets par hectare et le nombre de plants par hectare dans les parcelles des différents objets aussi bien dans les PA que dans les PNA (**figure 3**).

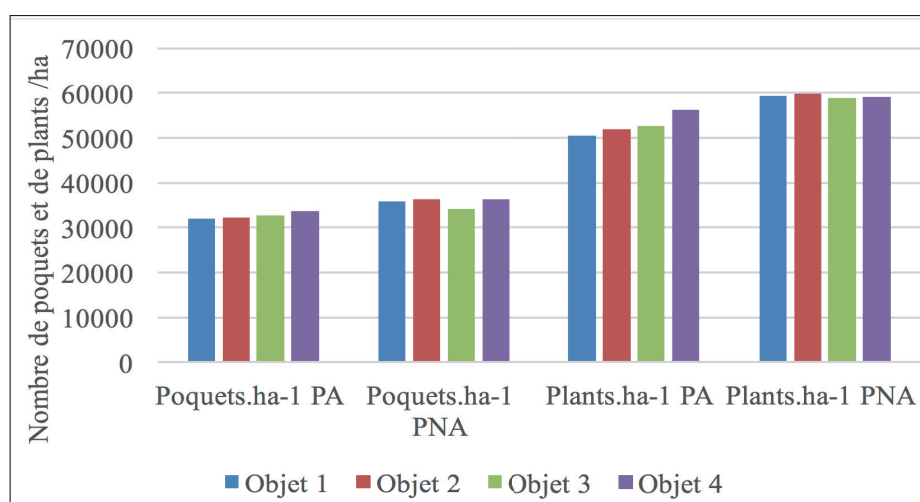
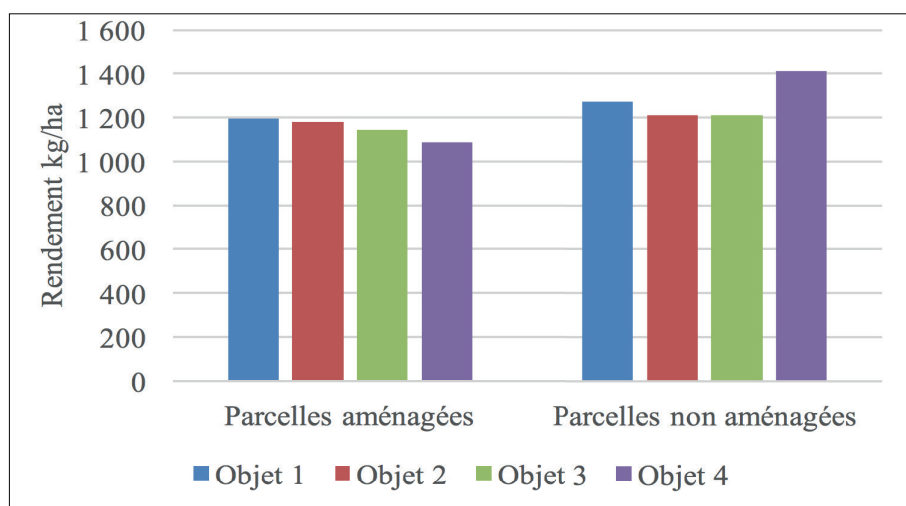


Figure 3 : Nombre de poquets et de plants par hectare après le démariage à Ziguéna au cours de la campagne 2014-2015

Rendements obtenus à Ziguéna

L'analyse statistique n'a pas montré de différence significative entre les rendements aussi bien dans les PA ($p = 0,750$) que dans les PNA ($p = 0,187$). Le rendement moyen de tous les objets a été de 1 151 kg.ha⁻¹ dans les PA contre 1 277 kg.ha⁻¹ pour les PNA (**figure 4**). Cela s'explique par le fait que les aménagements ont été réalisés dans certaines parcelles qui ne devraient pas en être. Un engorgement d'eau a été constaté dans ces parcelles et les rendements ont été très faibles.



Légende : Objet 1= FR (200 kg.ha⁻¹ de complexe coton + 50 kg.ha⁻¹ d'urée) ; Objet 2= FR + 200 kg.ha⁻¹ de Phosphate Naturel de Tilemsi (PNT) ; Objet 3= FR + 500 kg.ha⁻¹ de chaux agricole ; Objet 4= FR + 5 000 kg.ha⁻¹ de fumure organique

Figure 4 : Rendements obtenus dans les différents objets des parcelles aménagées et non aménagées à Ziguéna au cours de la campagne 2014-2015

DONNÉES OBTENUES À BENGUÉNÉ ET À ZIGUÉNA AU COURS DE LA CAMPAGNE 2015-2016

Nombre de poquets, de plants obtenus à Benguéne

L'analyse de variance n'a pas montré de différence significative entre le nombre de poquets par hectare ($p = 0,914$) et le nombre de plants par hectare ($p = 0,849$) dans les parcelles des différents objets (**figure 5**). Le nombre moyen de poquets par hectare a été faible 24 181, soit 54% par rapport au nombre théorique (41 667 poquets/ha). Le même constat est valable pour le nombre de plants, il a été faible 42 375, soit 51% par rapport au nombre théorique (83 333 plants/ha).

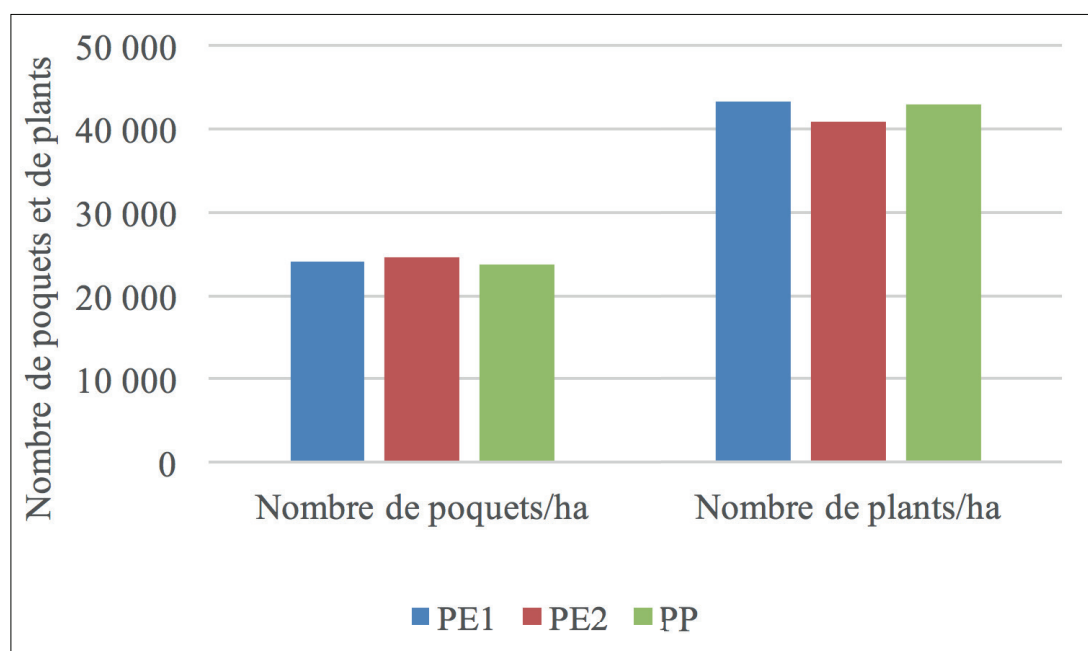


Figure 5 : *Nombre de poquets, de plants obtenus à Benguéne au cours de la campagne 2015-2016*

Rendements obtenus à Benguéne

L'analyse de la variance n'a pas montré de différence significative ($p = 0,615$) entre le rendement des différents objets (**figure 6**). Le coefficient de variation a été de 18% et l'écart type de 183 kg.

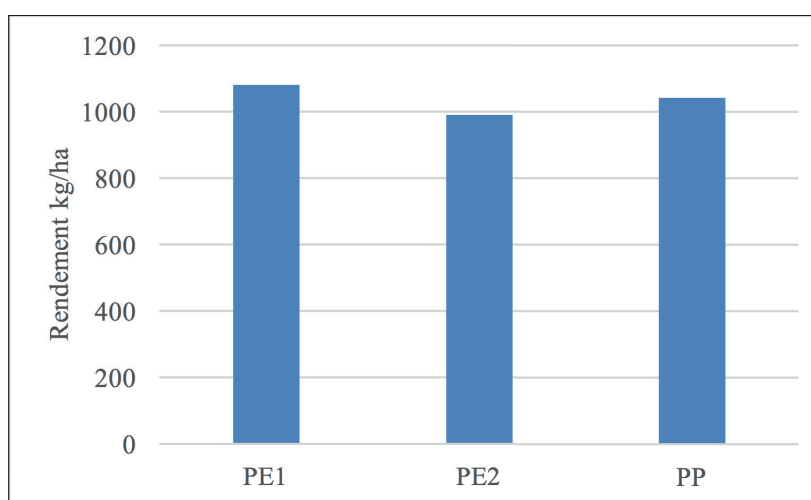


Figure 6 : Rendements obtenus à Benguéni au cours de la campagne 2015-2016

Nombre de poquets, de plants obtenus à Ziguéna

L'analyse de variance n'a pas montré de différence significative entre le nombre de poquets par hectare ($p=0,251$) et le nombre de plants par hectare ($p=0,368$) dans les parcelles des différents objets (figure 7). Le nombre moyen de poquets par hectare a été de 28 483, soit 68 % par rapport au nombre théorique de poquets (41 667 poquets.ha⁻¹). Le nombre moyen de plants par hectare a été de 51 198, soit 61 % par rapport au nombre théorique.

L'analyse statistique du rendement a montré une différence significative ($p=0,032$) entre les différents objets. Le meilleur rendement a été obtenu avec l'objet PE1 avec 1 624 kg de coton graine par hectare. Il est statistiquement différent de l'objet PP (1 408 kg.ha⁻¹). Le taux d'augmentation du rendement de la parcelle PE1 par rapport à la PP a été de 15 %. Le rendement de l'objet PE2 (1 527 kg.ha⁻¹) est statistiquement équivalent à PE1 et à PP.

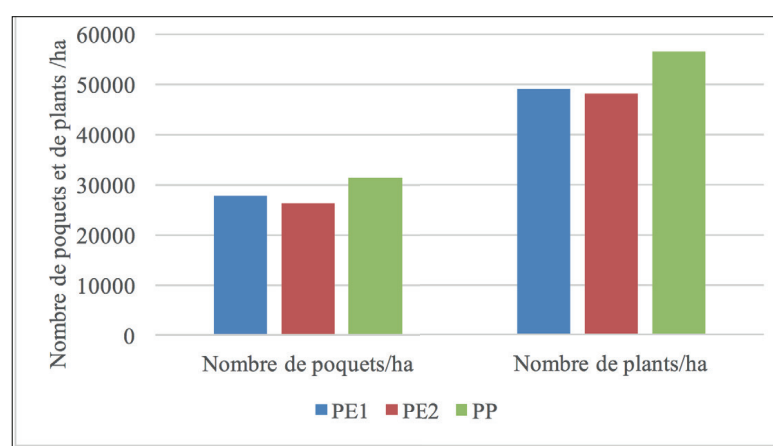


Figure 7 : Nombre de poquets, de plants obtenus dans les différentes parcelles à Ziguéna au cours de la campagne 2015-2016

Nombre de poquets, de plants obtenus à Ziguéna

L'analyse de variance a montré une différence significative ($p = 0,032$) entre le rendement des différents objets (**figure 8**). Le meilleur rendement a été obtenu avec l'objet PE1 avec 1 624 kg/ha. Il est statistiquement différent de l'objet 3 qui a un rendement de 1 408 kg/ha. L'objet 4 avec 1 527 kg/ha est statistiquement équivalent à l'objet 1 et à l'objet 3.

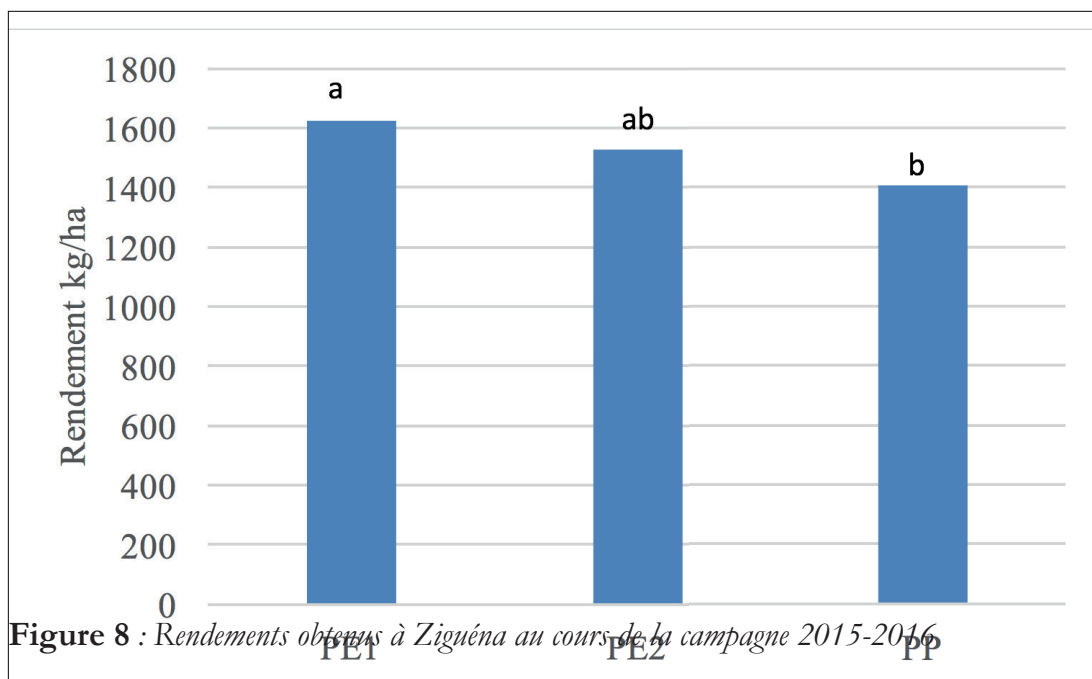


Figure 8 : Rendements obtenus à Ziguéna au cours de la campagne 2015-2016

DISCUSSION

Les villages d'études sont situés dans la zone soudano sahélienne caractérisée par des isohyètes entre 800 et 1 200 mm (FAO, 2001). La mise en place des cultures est souvent difficile à cause de l'installation tardive des pluies. Les deux premières décades du mois de juin sont les meilleures dates de semis. Sivakumar (1988) a montré qu'à partir du mois de juillet les semis réalisés peuvent être tardifs surtout pour les zones du nord.

Les rendements obtenus sont souvent faibles, mais ils ne peuvent pas être attribués uniquement à la pluviométrie. D'autres facteurs, en particulier agro techniques (fertilité des sols, pH du sol, nutrition minérale, nutrition organique et protection phytosanitaire) ont un impact signification (Katerji et *al.*, 2008). La texture du sol dans les deux zones de l'étude est limoneux sableux en surface. Aussi bien en surface qu'en profondeur, le taux d'argile est faible. Le taux de limons est supérieur à 40%. Les pH mesurés montrent clairement que les sols deux zones d'études sont acides, mais les pH eau sont supérieurs au seuil critique (pH= 5,5) recommandé pour la culture du cotonnier (Kamprath, 1970 ; Doumbia, 2009). Le coton peut être

cultivé sur ces sols, mais cela nécessite des amendements pour une amélioration des rendements. Le taux de matière organique est inférieur au seuil critique de 0,6% au-dessous duquel les risques de dégradations physiques et de faibles rendements sont importants (Pieri, 1989). Un apport de fumure organique pour une amélioration du complexe argilo-humique est nécessaire.

La mise en place du peuplement (du semis à un mois après la levée) est une période très sensible pour la culture (Bozbek et al., 2006; Wang et al., 2007), car la germination des graines de coton est difficile. De mauvaises conditions hydriques au semis induisent une mauvaise levée et de faibles densités de plantation. Ce constat est fait à Benguénié avec des nombres de plants par hectare inférieurs à 50 000. Le nombre de plants recommandé pour la culture du coton est de 83 333 plants par hectare. D'une manière générale, le nombre moyen de plants par hectare mesuré dans les parcelles des producteurs ne dépasse guère 55 000 plants par hectare (CMDT, 2004). De mauvaises conditions à la levée provoquent aussi des retards de croissance des jeunes plantules qui ont toujours des répercussions sur le rendement en fin de culture.

L'application du paquet technique a permis d'améliorer les rendements du coton. L'utilisation de la dolomie a permis non seulement d'apporter du calcium mais aussi du magnésium qui ne figure actuellement dans aucun engrais venu au Mali. Des études réalisées par le programme coton ont montré que l'apport de la dolomie permet une amélioration du pH de 0,8 et une augmentation moyenne du rendement de 25%. L'apport du PNT avec une teneur du P₂O₅ a permis une amélioration de la nutrition phosphatée du cotonnier. L'effet de la fumure organique a été moins perceptible dans certaines zones. Les résultats obtenus ont montré que sur les sols dégradés, l'apport des amendements présente un effet positif sur le rendement. Cela confirme les travaux de Koulibaly et al. (2009) et de Gascho et al. (2001) qui ont mis en évidence des augmentations sensibles de rendements après les apports d'amendements organiques et de dolomie sur des sols acides.

CONCLUSION

L'amélioration du rendement après l'application du paquet technique montre que les amendements appliqués ont un effet sur l'amélioration de la fertilité des sols dégradés. En fonction de la dégradation du sol, les trois types d'amendement peuvent être appliqués. La fumure organique de bonne qualité peut être utilisée sur toutes les parcelles. C'est pourquoi, la fumure organique est appliquée dans les parcelles au Sud du Mali où les sols sont fragiles. Pour une amélioration du rendement sur le long terme l'utilisation des amendements devient une nécessité pour la zone cotonnière du Mali.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'Institut d'Economie Rurale, le CIRAD, l'AFD et tout le personnel du projet PASE II pour l'appui dans la mise en œuvre des activités. Ils remercient aussi les chercheurs du Programme Coton pour leur disponibilité.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AUTFRAY, P., SISSOKO, F., FALCONNIER, G., BA, A. AND DUGUÉ, P., 2012. Usages des résidus de récolte et gestion intégrée de la fertilité des sols dans les systèmes de polyculture élevage: étude de cas au Mali-Sud. *Cahiers Agricultures*, 21(4): 225-234.
- BALLO D.B., 1997. Effet des systèmes culturaux sur le statut organique de sols ferrugineux tropicaux du Mali. Etude de cas sur trois dispositifs de longue durée des stations de N'Tarla, Kolombada et Koula. Nancy : Université Henri Poincaré, 52 p. Mémoire DEA : National de Science du Sol : Université de Nancy I.
- BOZBEK, T., SEZENER, V. ET UNAY, A., 2006. The effect of Sowing Date and Plant Density on Cotton Yield. *Journal of Agronomy*, 5 (1): 122-125.
- CMDT, 2004. *Annuaire statistique 2002/2003. Résultats de l'enquête agricole permanente*. Bamako: CMDT; Direction de la production du coton graine (DPCG).
- DEVEZE, J.C., 2006. Le devenir des agricultures cotonnières: Cas du Mali, AFD, Mali.
- DIALLO, D., BARTHÈS, B., ORANGE, D. ET ROOSE, E., 2004. Comparaison entre stabilité des agrégats ou des mottes et risques de ruissellement et d'érosion en nappe mesurés sur parcelles en zone soudanienne du Mali. *Sécheresse*, 15(1): 57-64.
- DOUMBLA, M. D., 2009. Bilans minéraux des écosystèmes cotonniers. 15^e Session du Comité de Programme: 1-19.
- GASCHO, G.J ET PARKER, M.B. 2001. Long-term liming effects in Coastal Plain soils and crops. *Agron. J.*, 93, 1305+1315.
- IER, 1990. Rapport annuel du programme coton de la campagne 1990-1991. 149 Pages.
- IER, 2011. Rapport annuel du programme coton de la campagne 2011-2012. 56 Pages.
- KEATING, B.A., CARBERRY, P.S., HAMMER, G.L., PROBERT, M.E., ROBERTSON, M.J., HOLZWORTH, D., HUTH, N.I., HARGREAVES, J.N.G., MEINKE, H., HOCHMAN, Z., MCLEAN, G., VERBURG, K., SNOW, V., DIMES, J.P., SILBURN, M., WANG, E., BROWN, S., BRISTOW, K.L., ASSENG, S., CHAPMAN, S., MCCOWN, R.L., FREEBAIRN, D.M. ET SMITH, C.J., 2003. An overview of APSIM, a model designed for farming systems simulation. *European Journal of Agronomy*, 18: 267-288.
- KOULIBALY, B., TRAORÉ, O., DAHUO, D., ZOMBRÉ, P.N. 2009. Effets des amendements locaux sur les rendements, les indices de nutrition et les bilans culturaux dans un système de rotation coton-maïs dans l'ouest du Burkina Faso. *Biotechnol. Agron.Soc. Environ.* 13(1), 103-111.
- FAO, 2004. *Utilisation des phosphates naturels pour une agriculture durable*. Rome : FAO.
- GIGOU, J., TRAORE, K., GIRAUDY, F., COULIBALY, H., SOGOBA, B. ET DOUMBLA, M., 2006. Aménagement des terres et maîtrise des ruissellements : la culture en courbes de niveau, point de départ d'une gestion paysanne de la fertilité des terres de savane cotonnières. *Cahiers Agricultures*, 15: 116-122.
- KANTÉ S., 2001. La gestion de la fertilité des sols par classe d'exploitation au Mali-Sud. Thèse de Doctorat. Wageningen University and Research center Department of Plant Sciences. Pays Bas, 213 pages.
- OLSEN S. R. ET SOMMERS L. E., 1982. Phosphorus, pp. 403-427, in: Page, A. L., Miller R. H., and Keeney D. R, Eds, *Methods of Soil Analysis, Part 2*, 2nd ed. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
- PIERI C., 1989. Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au sud

du Sahara. Paris, Ministère de la Coopération et CIRAD-IRAT.

- SISSOKO F., 2009. *Analyse des flux d'eau dans les systèmes de culture sous couverture végétale en zone soudano sabélienne : cas du coton semé après une culture de sorgho/brachiaria au Sud du Mali. Thèse de Doctorat unique. Université de Montpellier, Montpellier, France, 169 pages.*
- SISSOKO F. RAPIDEL B. GABORE, C. RENOU A. ET AYA O. 2005. *Identification des déficiences minérales sur cotonnier au Mali à partir des symptômes visuels. Conférence Coton de l'Afrique de l'Ouest et du Centre. Cotonou les 10, 11 et 12 mai 2005.*
- SIVAKUMAR, M.V.K., 1988. *Predicting rainy season potential from the onset of rains in southern Sabelian and Sudanian climatic zones of West Africa. Agricultural and Forest Meteorology, 42: 295-305.*
- TRAORE, B., CORBEELS, M., VAN WIJK, M.T., RUFINO, M.C. AND GILLER, K.E., 2013. *Effects of climate variability and climate change on crop production in southern Mali. European Journal of Agronomy, 49: 115-125.*
- TRAORE, B., RAPIDEL, B., SISSOKO, F. AND DOUCOURÉ, C.T., 2005. *Evolution des techniques culturales en zone cotonnière entre 1997 et 2002. . In: M. Adégnika, F. Okry and B. Ouédraogo (Editors), Conférence Coton de l'Afrique de l'Ouest et du Centre. CORAF-INRAB-IFDC, Cotonou, pp. 201-203.*
- VALL E., KOUTOU M., BLANCHARD M., COULIBALY K., DIALLO M. A., ANDRIEU N., 2011. *Intégration agriculture-élevage et intensification écologique dans les systèmes agrosylvopastoraux de l'Ouest du Burkina Faso, province du Tui. Actes du séminaire, novembre 2011, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.*
- VAN DER POL F. ET TRAORÉ B., 1993. *Soil Nutrient depletion by agricultural production in Southern Mali. Fertilizer Research 36: 79-90*
- VELDKAMP W. J., TRAORÉ A., N'DIAYE M.K., KEÏTA M.K., KEÏTA B., BAGAYOKO M., 1991. *Fertilité des sols du Mali. Mali-Sud / Office du Niger. Interprétation des données analytiques des sols et des plantes. Bamako, Mali, Institut d'Economie Rurale, Laboratoire Sol-Eau-Plante. 149 pages.*

ÉVALUATION DE LA DURABILITÉ DES PRATIQUES HORS-NORMES DE GESTION DE LA FUMURE ORGANIQUE DANS L'OUEST DU BURKINA FASO

TINGUÉRI Loumbana Béatrice, Université Nazi Boni, Institut du Développement Rural, Bobo Dioulasso, Burkina-Faso

BOUGOUMA Valérie, Université Nazi Boni, Institut du Développement Rural, Bobo Dioulasso, Burkina Faso

BLANCHARD Mélanie, CIRAD, UMR Selmet, CIRDES, URPAN, Bobo Dioulasso, Burkina Faso

Auteur correspondant : TINGUERI Loumbana Béatrice, tinguerib@yahoo.com

RÉSUMÉ

L'intégration agriculture-élevage est préconisée par la recherche et le développement agricoles en Afrique de l'Ouest depuis les années 70 pour soutenir la production agricole et assurer l'entretien de la fertilité des sols. Mais, les quantités de fumure organique produites sont en deçà des recommandations d'application dans la plupart des exploitations agricoles de la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso. Cependant, certaines exploitations utilisent des quantités très importantes de fumure organique. Cette étude vise à identifier, caractériser et évaluer les systèmes de production agropastoraux dits « hors-normes » sur le plan de la gestion de la fumure organique, pour déterminer leurs potentialités en termes de durabilité. La démarche utilisée se déroule en trois étapes avec l'identification des systèmes de références et hors-normes, la caractérisation des systèmes de production de fumure organique hors-normes et enfin l'évaluation de la durabilité de ces systèmes de production. Les résultats identifient des exploitations qui ont développé des systèmes de production de fumure organique hors-normes leur permettant de disposer de fumure organique en quantité nettement supérieure à la moyenne. Les agriculteurs diversifient les modes de production de fumure ou achètent de la fumure à l'extérieur. Les agro-éleveurs, par des collaborations avec les éleveurs, bénéficient du parcage direct, maximisent le recyclage des biomasses de l'exploitation ou achètent de la fumure à l'extérieur. Les éleveurs maintiennent leurs animaux en toute saison au village afin de collecter les déjections ou transforment résidus et ordures en plus des déjections animales. Les pratiques hors-normes de production de fumure organique apparaissent plus durables que les pratiques de référence. Elles pourront servir de guide technique pour une amélioration des pratiques de production de la fumure organique et de piste pour rendre les systèmes de production durables dans les exploitations agricoles.

Mots clefs : Fumure organique, hors-norme, pratique de référence, efficience énergétique, efficience azotée

ABSTRACT

The crop-livestock integration and organic fertilizer production are recommended by research and development in West Africa since the 70s to support agricultural production and improve the soil fertility. Today, the quantities of organic fertilizer produced are well below the recommended application in most farms in the western of Burkina Faso. However, some farms use very large quantities of organic manure. This study aims to identify, characterize and evaluate agropastoral production systems called «non-standard» in terms of management of organic manure, to determine their potential in terms of sustainability. The approach used is carried out in three stages with the identification of reference and non-standard systems, the characterization of non-standard organic manure production systems and finally the assessment of the sustainability of these production systems. The results identify farms that have developed organic fertilizer production systems out of the ordinary allowing them to dispose of organic fertilizer in a quantity well above average. Farmers diversify manure production patterns or purchase manure outdoors. The agro-pastoralists, by collaborating with the farmers, benefit from the direct stocking, maximize the recycling of the biomasses of the farm or purchase manure outside. Breeders maintain their animals in all seasons in the village to collect faeces or transform residues and garbage in addition to animal dung. Non-standard organic manure production practices appear more sustainable than standard practices. They can serve as a technical guide for improving organic manure and track production practices to make sustainable production systems on farms.

Key word: Organic manure, practice non-standard, reference practice, Sustainability, Multi-criteria assessment.

INTRODUCTION

En Afrique de l'Ouest, le secteur agricole doit augmenter sa production pour nourrir une population en pleine croissance et de plus en plus urbaine, fournir des revenus décents aux familles paysannes en protégeant les ressources naturelles et en étant plus autonome en intrants (Vergez, 2011). Le maintien de la fertilité des sols reste la condition majeure de l'amélioration de la productivité et de la durabilité de l'agriculture (Bationo *et al.*, 2007 ; Sedogo, 1981). Parmi la diversité des voies envisagées pour gérer la fertilité des sols, l'épandage de fumure organique (FO) reste recommandé en toutes circonstances, notamment dans les systèmes de polyculture-élevage.

Dans la zone Ouest du Burkina Faso, la réduction des espaces pastoraux, la forte augmentation de la charge animale sur les pâturages et la dégradation des ressources pastorales (PNSR, 2011 ; Vall *et al.*, 2006) ainsi que la mise en culture de plus en plus continue des terres avec un faible recours à la mise en jachère, compromettent le recouvrement de la fertilité des sols. Pour pallier ces contraintes et compenser la minéralisation annuelle de la matière organique des sols, les producteurs ont recours à la FO. Il est recommandé sans distinction des types de sols ou de la qualité des FO disponibles, d'appliquer 2,5 t de MS.ha-1.an-1 sur la sole cultivée (Berger *et al.*, 1987). En effet, la production de FO est désormais une pratique courante chez les paysans mais, pour la majorité d'entre eux les quantités produites restent faibles ce qui ne permet pas de renouveler la matière organique des sols. Cependant, les enquêtes sur les pratiques de production de FO montrent que certaines exploitations agricoles de la zone mobilisent des quantités de FO bien supérieures à la moyenne (Blanchard, 2010 ; Vall *et al.*, 2012). Ces pratiques développées par les paysans, restent peu connues et leurs impacts sur la durabilité des exploitations restent à évaluer.

Cette étude est fondée sur le fait que certains paysans mettent en place des pratiques singulières, des modes de gestion des FO hors normes. Ils expérimentent, ils innovent (Petit *et al.*, 2012). La notion de systèmes de production de FO hors-normes (Salembier and Meynard, 2013) a été utilisée pour décrire le parcours de paysans ne s'inscrivant pas dans le mode dominant de gestion des FO de la zone (appelé système de référence). Ces paysans se mettent en porte-à-faux avec ce système par choix raisonné ou sous la contrainte. Notre objectif est d'identifier et d'évaluer la durabilité des pratiques de production hors normes développées et mises en œuvre par les paysans pour produire de grande quantité de FO.

Nous présentons l'application de la démarche de traque des systèmes hors-normes (Salembier and Meynard, 2013) au cas de la production de la FO dans l'Ouest du Burkina Faso. Nous décrirons d'abord la démarche qui nous a permis d'identifier les pratiques hors normes. Puis, nous présenterons les pratiques hors normes iden-

tifiées. Enfin, l'évaluation de la durabilité de ces pratiques hors normes de production de la FO sera exposée afin de définir leur potentialité en termes de développement d'une agriculture durable.

Démarche d'identification des pratiques hors normes de production de la fumure organique et méthode d'évaluation

Afin d'identifier, de caractériser et d'évaluer la durabilité des pratiques de production de fumure organique hors-normes inventées par les paysans, nous nous sommes inspirés de la démarche formalisée par (Salembier and Meynard, 2013) qui vise à traquer, décrire, analyser et évaluer des innovations produites par les paysans. La démarche adoptée se déroule en trois étapes (Figure 1)

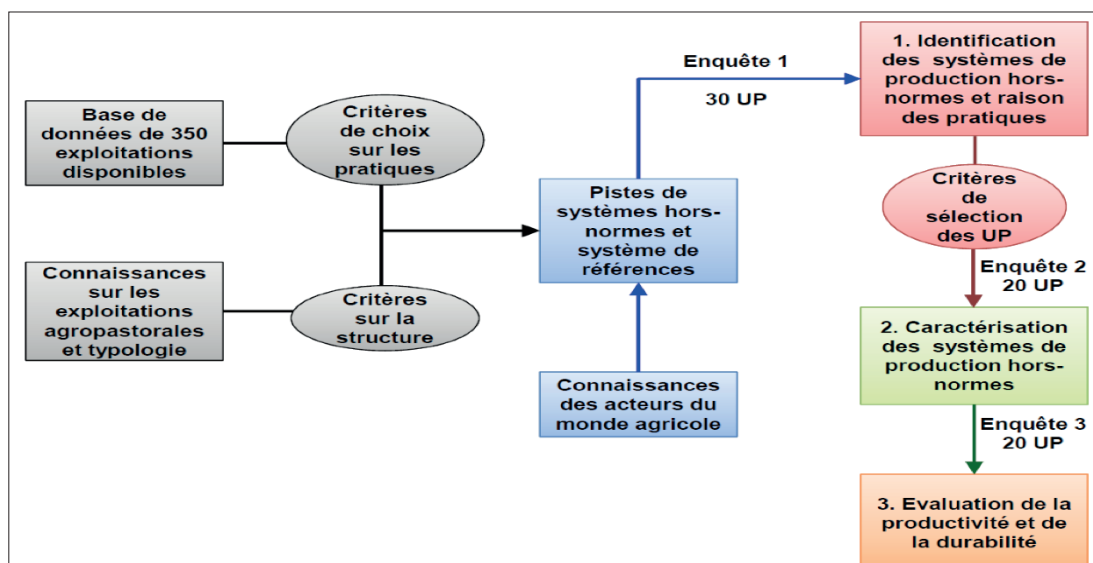
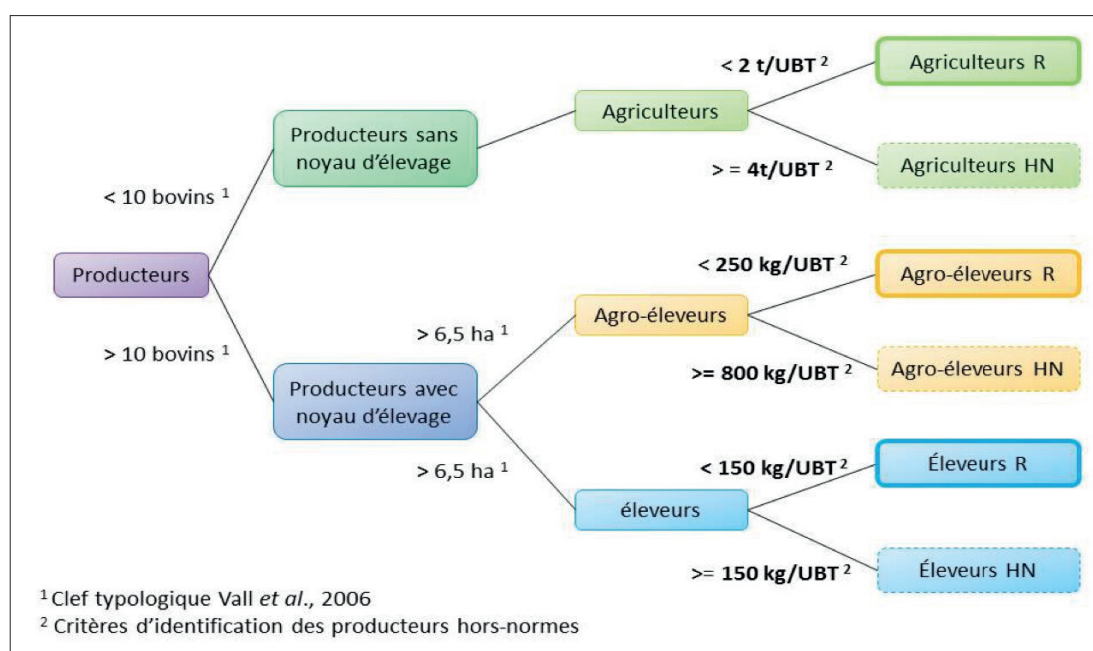


Figure 1. Schéma de la démarche générale d'identification, caractérisation et évaluation des pratiques hors-normes

L'échantillon a été constitué à partir d'une base de données pré-existante des exploitations pouvant représenter des pistes de systèmes de production potentiellement hors-normes (HN) en terme de production et d'utilisation de la FO et des exploitations qui correspondaient plutôt à des exploitations mettant en place des systèmes de production de références. Le type d'exploitation détermine le mode de production de FO, ainsi que la nature et la quantité de biomasse disponible (déjections animales, résidus de cultures, etc) (Vall et *al.*, 2006). Pour cela, nous avons réalisé une stratification de l'échantillon en recherchant des exploitations produisant des quantités importantes de FO parmi les agriculteurs, les éleveurs et les agro-éleveurs.



Légende : R. référence, HN. Hors normes ; UBT. Unité de Bétail Tropical

Figure 2. Schéma récapitulatif des critères d'identification des exploitations

Une analyse multivariée et une classification ascendante hiérarchique sur les variables décrivant la production et l'utilisation de la FO ont permis de distinguer une diversité de systèmes de production de FO hors-normes au sein de chaque type d'exploitations, et de réaliser les enquêtes. Une évaluation multicritères des systèmes de production de FO hors-normes et de référence a permis de définir leur potentiel de durabilité. Les indicateurs utilisés décrivent les performances techniques (les rendements des cultures), économiques (valeur ajoutée brute), environnementales (efficacité énergétique, bilan azoté apparent) et sociotechniques (temps de travail investi, énergies liés au travail). Les différentes formules utilisées sont :

- **L'efficacité énergétique (Eff_{Eng})** correspond au rapport de la somme des sorties d'énergie du système étudié sur la somme des entrées d'énergie. Elle a été évaluée à l'aide de la méthode PLANETE (Bochu, 2002) adaptée au cas des exploitations du Burkina Faso (Benagabou, 2011) ,
- **Valeur Ajoutée Brute (VAB)** : correspond à la différence de valeur entre les biens ou services que les producteurs utilisent et consomment au cours du cycle de production (consommation intermédiaire, CI) et ce dont ils disposent pour la vente ou la consommation après le processus de production (produit brut, PB).
- **Le Bilan Azoté Apparent (BAA, kg N.an⁻¹)** de l'exploitation est la différence entre la somme des entrées d'azote et la somme des sorties d'azote (Simon *et al.*, 2000) ,

- **Le temps de travail investi** (homme.jour.kg de MS-1) pour la production de FO est calculé à partir du nombre de jours de travail pour les systèmes agricoles et d'élevage par unité de travailleur ;
- **L'énergie liée au travail humain et animal** (kcal.kg de MS-1) : La démarche consiste à évaluer les différents temps de travaux des hommes et des animaux fournis sur l'exploitation et à convertir ces temps en flux d'énergie (kcal) à l'aide de coefficients énergétiques spécifiques de l'activité menée, du type de main d'œuvre utilisée (âge, sexe) et de l'espèce animale utilisée (Bénagabou, 2011) ;
- **La mobilisation des moyens de transport** (sans unité) est calculée à partir du rapport entre la quantité de FO transportée et la capacité de transport de l'exploitation.

IDENTIFICATION ET ANALYSE DES SYSTÈMES DE PRODUCTION DE FUMURE ORGANIQUE HORS NORMES

Les résultats de l'ACP réalisée sur 20 exploitations et 6 variables décrivant la production de la FO (tas d'ordures, fosse fumièrre, fosse à compost, parc à bétail, parcage direct, proportion de la FO utilisée qui est importée) permettent de distinguer les pratiques des paysans de références et la diversité de pratiques chez les paysans développant des systèmes de production de FO hors-normes.

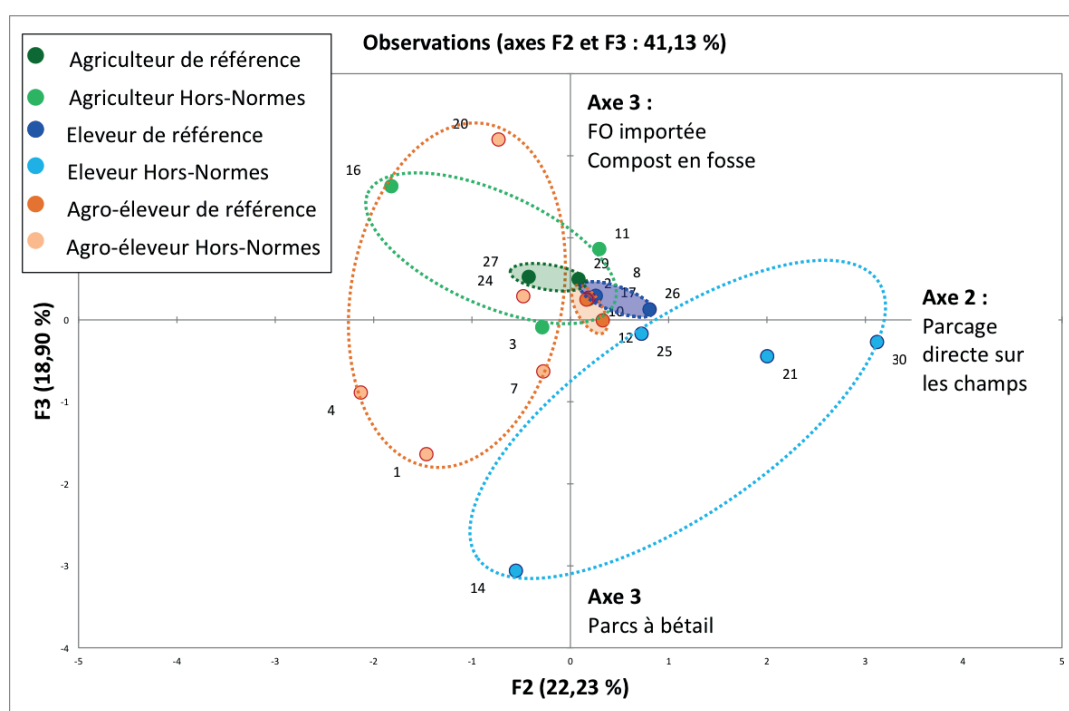


Figure 3. Résultats de la traque des systèmes de production de FO hors-normes par rapport aux systèmes de production de référence.

LES SYSTÈMES DE PRODUCTION DE FUMURE ORGANIQUE FAISANT RÉFÉRENCE

Dans notre étude, les systèmes de référence sont ceux qui sont largement répandus dans les exploitations de la zone et dont la quantité de FO utilisée est inférieure à 2,5 t de MS.ha⁻¹ (Tableau 1). Nous avons distingué le :

- **Système de référence chez les agriculteurs** : ils produisent de la FO à base d'ordures ménagères et un peu de fumier dans des fosses à la concession ou dans des étables. La production totale de FO est estimée à 7 t de MS.an⁻¹ (quantité totale de MS de FO produit en une année sur l'exploitation), soit 0,56 t de MS.ha⁻¹ (quantité de FO en MS utilisé sur un hectare de surface cultivable).
- **Système de référence chez les éleveurs** : la production de FO se fait à travers le parcage direct des animaux en saison sèche sur les parcelles des éleveurs eux-mêmes ou d'agriculteurs via des « contrats de fumure » (Powell, 2004). Ils produisent également du fumier ou de la terre de parc dans des parcs de nuit simple. La production est de 3 t de MS.an⁻¹, soit 0,85 t de MS.ha⁻¹.
- **Système de référence chez les agro-Éleveurs** : les agro-éleveurs, qui disposent de grands champs (25,6 ha) et de grands troupeaux produisent du fumier dans des fosses fumières et dans des parcs à bétails. Ils produisent ainsi entre 8 et 10 t de MS.an⁻¹, soit 0,37 t de MS.ha⁻¹.

LES SYSTÈMES DE PRODUCTION DE FUMURE ORGANIQUE HORS-NORMES

Les résultats montrent une diversité de pratiques de production de FO hors-normes dans les exploitations agropastorales (Tableau 1). Nous distinguons les pratiques qui transforment les résidus de culture et les déjections animales de l'exploitation celles qui importent des biomasses de l'extérieur (contrat de parcage, achat et importation de biomasse et de fumure organique). Par type d'exploitation, nous avons :

les systèmes de production de FO hors-normes chez les agriculteurs

Les agriculteurs du 1^{er} cas valorisent les biomasses de leurs exploitations grâce à une diversité de modes de production de fumure organique répartie entre ses champs et leur habitation (fosses dans la cour de l'habitation et au champ). Leur production est 12 t.MS par an. Les agriculteurs du cas 2 adoptent la même stratégie de diversification de la production, mais s'appuient également sur une importation de FO à travers la collecte de FO auprès d'agriculteurs mal équipés pour le transport. La quantité produite est de 17,1 t.MS par an.

les systèmes de production de FO hors-normes chez les agro-éleveurs

Nous identifions trois groupes d'agro-éleveurs aux pratiques hors-normes. Le 1^e groupe correspond à des petites exploitations ayant de petites surfaces et un grand troupeau. Ils produisent du fumier à partir des déjections animales de leur troupeau mais passent aussi des contrats de parage avec des bergers transhumants, échangeant un temps de parage nocturne de leur grand troupeau (300 à 500 têtes) sur leurs champs contre le pâturage des pailles de céréales sur pieds. Cette importation de FO correspond à plus de la moitié de ce qu'ils utilisent dans les champs. Le 2^e groupe d'agro-éleveurs aux pratiques hors-normes correspond à un seul paysan avec de bonnes capacités de transport grâce auxquelles, il importe la majorité de la fumure qu'il utilise et une partie des biomasses qu'il transforme en fumure (graines de coton abimées, poudrette de parc). Ces importations se font à faible coût (échange de FO contre le transport). Dans le 3^e groupe, les agro-éleveurs aux pratiques hors-normes transforment une grande diversité de biomasses produites sur leur exploitation grâce à une répartition des lieux de production entre la maison et les champs et à l'adoption de techniques spécifiques pour favoriser l'utilisation de certaines biomasses : parc avec tiges de coton comme litière, à l'image de la pratique des paysans du Mali Sud (Blanchard *et al.*, 2013). (Tableau 1)

les systèmes de production de FO hors-normes chez les éleveurs

Nous identifions deux groupes d'éleveurs. Le 1^e groupe correspond à des éleveurs qui disposent de grandes quantités de FO sur leurs champs par le parage direct de leurs animaux en saison sèche et l'épandage d'un peu de FO produite par les animaux stabulés. Le 2^e groupe d'éleveurs diversifie la production de FO en valorisant les biomasses de l'exploitation dans différents lieux de production (fosses à la maison et au champ, tas d'ordures, parc). Ils sont mal équipés pour le transport, donc ils vendent une partie de leur fumure organique contre le transport du reste. Une partie de la production ne leur revient donc pas, sans que cela soit un revenu complémentaire.

Tableau 1. *Caractéristiques des systèmes de production de fumure organique hors-normes et de référence pour les 3 types d'exploitations étudiées*

Agriculteurs				Agro-éleveurs				Éleveurs			
Unité	Cas 1		Cas 2	Cas 1		Cas 2	Cas 3	Référence	Valorisation des déjections animales	Cas 1	Cas 2
	Valorisation des biomasses	Production et achat	Contrat de parage	Importation de fumure organique	Valorisation des biomasses						
Nombre d'exploitation											
Structure des exploitations											
Surface totale cultivée	ha	12,1	7,8	6,8	25,6	6,8	40,5	14	3,5	3	7,8
Actifs agricoles	nb	6	6	10	18	3	13	37	6	5	9
Personnes	nb	12	10	12	34	9	26	40	12	15	25
Charrette	nb	1,3	1	1	1,3	1	2 *	1	0	0	0
Cheptel	UBT	8,5	2	3,7	52	32	38,1	25,8	86,7	56,4	126,8
Origine de la fumure organique utilisée											
Fumier de fosse	kg MS	2 000	5 600	0	6 637	660	14 700	8 000	908	2 400	1 320
Compost de fosse	kg MS	1 933	2 400	9 000	0	1 320	16 800	0	0	0	3 300
Tas d'ordures	kg MS	1 020	4 000	1 200	0	0	0	0	165	0	1 200
Parcs fixes	kg MS	1 770	0	4 200	550	16 500	0	31 500	0	0	13 650
Parcage direct	kg MS	0	0	0	2 200	0	0	0	1 890	10 500	5 000
Importation	kg MS	0	0	2 700	0	19 320	147 000	0	0	0	-13 650
Stockage de fourrage											
Stock de fourrage	kg MS	6 700	2 800	1 154	2 927	1 458	10 900	9 600	643	410	2 170

EVALUATION MULTICRITÈRE DE LA DURABILITÉ DES SYSTÈMES HORS-NORMES, SOURCES DE DÉVELOPPEMENT D'UNE AGRICULTURE DURABLE ?

Les systèmes de production de FO hors-normes chez les agriculteurs

Les pratiques hors-normes permettent une meilleure couverture des besoins des sols en FO, même si elle n'est pas totale (tableau 2). La valorisation des biomasses de l'exploitation pour la production de FO (agriculteur cas 1) représente un recyclage interne des biomasses, améliorant l'efficacité énergétique. Associé à un moindre usage d'engrais, ce système de production présente un bilan apparent azoté proche de l'équilibre. Au contraire, l'achat de FO (cas 2) entraîne une moindre autonomie de l'exploitation vis-à-vis de l'environnement avec une efficacité énergétique plus faible. Les systèmes hors-normes n'offrent pas de meilleure rentabilité que le système de référence (surtout lorsqu'il y a achat de FO, ce qui représente un coût additionnel), mais obtiennent des rendements en maïs meilleurs (tableau 2). Enfin, les agriculteurs concernés par ces systèmes hors-normes produisent de la FO avec un moindre investissement relatif en travail. Ils prennent moins de temps pour remplir leur fosse, ne l'arrosent pas, ni ne la retournent et la vident rapidement. Ils ont une organisation du travail plus efficace (vidange et transport concomitant, vidange d'un produit sec, etc.). Cela représente cependant, une mobilisation plus forte des moyens de transport. Le système hors-norme qui produit de la FO à partir des biomasses de l'exploitation (agriculteur cas 1) semble être un modèle intéressant à diffuser.

Les systèmes de production de FO hors-normes chez les agro-éleveurs

Les pratiques hors-normes permettent de couvrir les besoins des sols en FO, et de limiter les pertes annuelles en azote du système, particulièrement via les *contrats de parcage* avec les transhumants (cas 1) et l'importation de FO (cas 2) qui représentent une entrée nette de matière organique et d'azote (tableau 2). Dans les systèmes de production de référence et dans le cas de la production de FO à partir des biomasses de l'exploitation (cas 3), les exploitations s'appauvrissent chaque année en azote. L'importation et la production de FO offrent de bons rendements en maïs. Seule l'importation de FO permet une rentabilité forte par actif, ces importations impliquant des investissements en temps de travail et de transport, sans engagement monétaire. En termes de travail investi, les contrats de parcage et l'importation représentent des investissements en travail faible. Le transport reste une contrainte forte dans ces exploitations qui ont mis en place des systèmes de production de FO hors-normes, sauf lorsqu'elles sont largement équipées (cas 2). Cependant, les systèmes de production hors-norme basés sur l'importation de FO et des contrats de parcage restent difficilement extrapolables à un grand nombre de producteurs, au

risque d'augmenter la concurrence pour la matière première. La production de FO à base des biomasses de l'exploitation (cas 3) montre les difficultés de rentabilité et de durabilité des exploitations ayant de grandes surfaces, uniquement basées sur les amendements organiques, sans apports extérieurs.

Les systèmes de production de FO hors-normes chez les éleveurs

Les besoins des sols en FO sont couverts (tableau 2), la production et la vente de FO (cas 2) représentent cependant une sortie importante d'azote qui tend à aggraver le déficit du système dû au dépôt des déjections au cours du pâturage. Les systèmes de production hors-normes offrent des rendements en maïs meilleurs et sont rentables. Enfin, l'investissement en travail et en transport reste limité. Les éleveurs qui valorisent les déjections de leurs animaux (cas 1) semblent mettre en œuvre un système de production de FO viable, vivable et qui serait durable avec une importation d'azote pour compenser les sorties (achat d'aliment extérieur).

D'une manière générale, la couverture des besoins des sols en FO est meilleure chez les paysans aux pratiques hors-normes que chez les paysans de référence, en accord avec leur niveau de production de FO. Les bilans apparents azotés dépendent des types d'exploitations, des importations de FO et des pratiques d'épandage des engrais minéraux, mais les rendements en maïs sont généralement meilleurs que dans les exploitations de référence. Les pratiques hors-normes sont, par contre, souvent associées à une faible compétitivité sur le plan économique, à l'exception d'un agro-éleveur qui importe de grandes quantités de FO (cas 2). Enfin, ces exploitations investissent du temps de travail et de l'énergie, rapportés à la quantité FO produite, plus faibles que les exploitations de référence, illustrant une organisation du travail et une maîtrise des techniques de production de la FO. Cependant, la mobilisation des moyens de transport dans ces exploitations est plus forte, ce qui constitue un frein persistant à l'utilisation de FO, sauf quand le paysan dispose d'équipements de transport importants

Tableau 2 : Indicateurs de performances environnementales, économiques et sociotechniques chez les paysans de référence et Hors-normes

			Agriculteurs				Agro-éleveurs				Éleveurs				
		Unité	Référence		Cas 1	Cas 2	Référence		Cas 1	Cas 2	Cas 3	Référence		Cas 1	Cas 2
			Valorisation des biomasses		Production et achat	Référence		Contrat de parage		Importation de fumure organique	Valorisation des biomasses		Valorisation des déjections animales	Valorisation des biomasses et vente	
Indicateurs d'évaluation															
			Couverture des besoins en FO	%	31	52	91	23	130	150	100	68	170	150	
Performance environnementales			Efficiency énergétique	Dml	9,2	9,9	8	11	8,6	9	9,4	17	17	19,9	
			Bilan Azoté Apparent	Kg N/an	88	19	51	-183	-213	-480	-700	-830	-1 970		
Performance économique			VAB/ actif	Fcfa/actif	310 000	214 000	105 000	410 000	422 000	1 100 000	57 000	169 000	190 000	145 000	
Performance technique			Rendement maïs	Kg /ha	1 470	1 800	2 200	2 500	2 080	3 470	3 400	1 700	1 840	2 400	
Performance sociotechnique			Temps de travail par kilo de fumure	Homme. jour/t	21,8	3,3	2,8	49,7	2,6	1,4	13,1	59,7	3,1	14,3	
			Energie liée au travail par kilos de fumure	Kcfa/kg MS	4,3	0,8	0,7	9,5	0,9	1,7	3,3	6,7	1,4	1	
			Mobilisation des moyens de transport		20,1	25	36,9	13,5	43,5	8,9	47,1	8	-	-	

Légende. VAB : Valeur Ajoutée Brute

DISCUSSION

Les systèmes de production de FO hors-normes identifiés par cette étude sont développés par les paysans pour leur permettre d'atteindre leurs objectifs spécifiques : faire des économies sur l'achat des engrais pour les agro-éleveurs ou entretenir la fertilité des terres agricoles et améliorer la production agricole chez les agriculteurs et les éleveurs. Ces paysans ne se mettent pas en opposition avec le système de référence à travers les pratiques qu'ils mettent en œuvre. Ils ne font pas face à un carcan contraignant, à un système sociotechnique verrouillé (Cowan and Gundy, 1996). Ils font évoluer leur système de production sans remettre tout en cause. Les agro-éleveurs cherchent à réduire les importantes charges des itinéraires techniques recommandés ; les agriculteurs et les éleveurs cherchent à entretenir leur capital de production tout en améliorant leur production agricole à moindre coût.

Les systèmes de production hors-normes étudiés ne sont pas durables en tout point de vue car ils ne sont pas plus efficaces à la fois sur les plans économique, sociotechnique et environnemental (Landais, 1998). Néanmoins, nous pouvons affirmer que certains systèmes de production hors-normes sont plus durables (chez les agriculteurs du cas 1, les agro-éleveurs du cas 2 et les éleveurs du cas 2) que les systèmes de production de références.

Les systèmes de production hors-normes étudiés présentent cependant des opportunités en termes de performances environnementales (recyclage de l'azote, couverture des besoins en fumure organique des sols) mais aussi économiques (production de céréales). De plus, les exploitations qui les pratiquent présentent de bons résultats en termes de temps de travail et d'énergie investis pour la production de la FO. L'organisation du travail dans ces exploitations pourrait être analysée et servir de base à l'amélioration de la production de la FO dans les exploitations de la zone, où le temps de travail reste une contrainte forte.

Les agriculteurs hors-normes du cas 1 et les éleveurs hors-normes du cas 2 produisent leur FO en valorisant les biomasses de leur exploitation, ce qui leur permet donc d'assurer une certaine durabilité (vis-à-vis de ceux qui recyclent peu leurs biomasses). Les agro-éleveurs hors-normes du cas 2 importent de la FO depuis l'extérieur. La durabilité de leur système pourrait être menacée dans les jours à venir car ils sont dépendants de l'extérieur. Quand les exploitations qui vendent de la FO auront pallié les contraintes qui limitent l'utilisation de FO, il se pourrait qu'ils gardent et utilisent cette FO, sans la vendre ou qu'ils la vendent plus chère.

Nous notons de bons résultats pour les exploitations aux pratiques hors-normes dans les énergies liées au travail chez les agriculteurs hors-normes des cas 1 et 2 (Production et achat de fumure à l'extérieur), agro-éleveurs du cas 1 (Collaboration avec les éleveurs : parcage directe) et 2 et éleveurs de cas 1 (Valorisation des déjections animales). Cela signifie que ces producteurs aux pratiques hors-normes

dépendent moins d'énergie pour produire une quantité importante de FO. Cette réduction du temps et de la pénibilité du travail observée chez les producteurs hors-normes peut s'expliquer par une organisation du travail et une maîtrise des techniques de production développée chez ces acteurs.

Les résultats de l'évaluation de la durabilité des systèmes de production de FO hors-normes ne montrent pas, pour les systèmes hors-normes, de meilleures valeurs pour l'ensemble des indicateurs de la durabilité.

CONCLUSION

Plusieurs techniques de gestion de la fertilité des sols ont été développées et proposées aux producteurs des zones cotonnières ouest du Burkina Faso pour lutter contre la dégradation des sols, en particulier des techniques de production de FO (fumier de parc, de fosse, compostage en tas, en fosse etc.). Cependant, dans la plupart des exploitations les quantités de FO produites restent largement en deçà des besoins nécessaires pour renouveler la matière organique des sols. Malgré tout, dans la même zone, certains producteurs ont développé des pratiques qui leur permettent de produire et d'utiliser des quantités de FO largement supérieure à la norme recommandée.

Nous montrons dans cette étude que les modes de production de la FO dans les systèmes de production hors-normes se différencient selon les types d'exploitation. La maîtrise des techniques de production permet aux producteurs d'obtenir des quantités de FO importantes en diversifiant les modes de production, en valorisant une diversité de biomasses de leur exploitation, en transformant les biomasses facilement accessibles, et en investissant du travail pour la production et le transport, et de l'argent en cas d'achat de FO à l'extérieur de leur exploitation. Les paysans qui pratiquent les systèmes de production hors-normes contournent les difficultés liées au manque de main d'œuvre et de transport par une gestion du travail, une diversification et une répartition dans l'espace de leurs modes de production de FO mais leurs capacités de transport restent limitées. Le potentiel de durabilité des systèmes de production hors-normes est intéressant chez les agriculteurs du cas 1 (Valorisation des biomasses de l'exploitation), les agro-éleveurs du cas 2 (Importation de fumure à l'extérieur) et les éleveurs du cas 2 (Valorisation des biomasses de l'exploitation).

L'étude fait ressortir l'importance des transferts de FO entre les exploitations et la monétarisation de la FO. Les techniques de production de FO hors-normes développées par les producteurs, bien qu'elles ne soient pas totalement durables, pourraient contribuer à l'amélioration des techniques de production. Toutefois il serait important d'approfondir l'étude en vue d'aider les producteurs à rendre leurs pratiques d'utilisation de la FO plus durables pour une meilleure préservation de l'environnement et valorisation de leurs pratiques.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BATIONO A, KIHARA J, VANLAUWE B, ET AL. (2007) *Soil organic carbon dynamics, functions and management in West African agro-ecosystems. Agricultural Systems* 94: 13-25
- BENAGABOU I. (2011) *Contribution de l'Association agriculture-élevage dans l'amélioration du bilan du flux énergétique dans les systèmes agropastoraux : Cas de Koumbia. Institut du Développement Rural. Bobo-Dioulasso: Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 92 p.*
- BERGER M, BELEM PC, DAKOUO D, ET AL. (1987) *Le maintien de la fertilité des sols dans l'Ouest du Burkina Faso et la nécessité de l'association agriculture-élevage. Cot. Fib. Trop.* 42: 201-210.
- BLANCHARD M, VAYSSIÈRES J, DUGUE P, ET AL. (2013) *Local Technical Knowledge and Efficiency of Organic Fertilizer Production in South Mali: Diversity of Practices. Agroecology and Sustainable Food Systems* 37: 672-699.
- BLANCHARD M., 2010. *Gestion de la fertilité des sols et rôle du troupeau dans les systèmes coton-céréales-élevage au Mali-Sud : savoirs techniques locaux et pratiques d'intégration agriculture élevage. Thèse de Doctorat en Sciences de l'Univers et Environnement. Université Paris Est, 284p. + annexes.*
- BOCHU J-L. (2002) *Planète : Méthode pour l'analyse énergétique de l'exploitation agricole et l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre. Colloque SOLAGRO.* 1-10.
- COWAN R AND GUNBY P. (1996) *Sprayed to death: path dependence, lock-in and pest control strategies. The Economic Journal* 106: 521-542.
- LANDAIS E., 1998. *Agriculture durable : les fondements d'un nouveau contrat social ?, Dossier de l'environnement de l'INRA, 27 : 23-40.*
- PETIT M-S, REAU R, DUMAS M, ET AL. (2012) *Mise au point de systèmes de culture innovants par un réseau d'agriculteurs et production de ressources pour le conseil. Innovations Agronomiques* 20: 79-100.
- PNSR 2011. *Document de programme. Programme National du Secteur Rural, Ouagadougou, Burkina Faso, 67p.*
- POWELL JM. (2014) *Feed and manure use in low-N-input and high-N-input dairy cattle production systems. Environmental Research Letters* 9: 115004.
- SALEMBIER C., MEYNARD J-M., 2013. *Evaluation de systèmes de culture innovants conçus par des agriculteurs: un exemple dans la Pampa Argentine. Innovations Agronomiques, 31 : 27-44.*
- SEDOGO M. (1981) *Contribution à la valorisation des résidus culturaux en sol ferrugineux et sous climat tropical semi-aride. Thèse de doctorat. Nancy (France): INPL, 158.*
- SIMON J-C, GRIGNANI C, JACQUET A, ET AL. (2000) *Typologie des bilans d'azote de divers types d'exploitation agricole: recherche d'indicateurs de fonctionnement. Agronomie* 20: 175-195.
- VALL E., DUGUÉ P, BLANCHARD M., 2006. *Le tissage des relations agriculture-élevage au fil du coton, 1990-2005. Cahiers Agriculture, 15 (1) : 72-79.*
- VALL E., KOUTOU M., BLANCHARD M., COULIBAY K., DIALLO M.A., ANDRIEU N., 2012. *Intégration agriculture-élevage et intensification écologique dans les systèmes agro-sylvopastoraux de l'Ouest du Burkina Faso. In : Vall E., Andrieu N., Chia E., Nacro H. B. (eds.), 2011. Partenariat, Modélisation, Expérimentation : Quelles leçons pour la conception de l'innovation & l'intensification écologique. Actes du séminaire, novembre 2011, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 15p*
- VERGEZ A., 2011. *Intensifier l'agriculture en Afrique, réponse aux défis alimentaires et environnementaux ? Controverse. Afrique contemporaine* 23 : 29-43.

DYNAMIQUE DE LA CULTURE COTONNIÈRE AU TCHAD, DU CHAMP DE BROUSSE AU CHAMP DE CASE

DJONDANG Koye, *Institut Tchadien de Recherche Agronomique pour le Développement (ITRAD), BP.5400 – N'Djaména (Tchad). Tél. +235 66 26 83 09*
E-mail : *djondang_koye@yahoo.fr*

RÉSUMÉ

Considérée jadis comme culture de champ de brousse, en opposition avec les cultures de maïs et des légumes, la culture cotonnière fait son entrée autour des cases, au Tchad. Principal produit d'exportation avant 2003, le coton est relégué au troisième rang après le pétrole et l'élevage. La faible maîtrise de la gestion intégrée de fertilité des sols au moment du boom cotonnier des années 70-80 a contribué à la baisse de fertilité en zone soudanienne du Tchad. La stratégie consistant à cultiver le coton autour des cases est-elle une réponse au constat de baisse généralisée de fertilité des sols en zone cotonnière ? Ou vise-t-elle l'optimisation de fertilisants minéraux ? Une enquête a été menée auprès de 600 exploitations familiales agricoles réparties sur 9 zones d'usine, suivant le gradient Est-Ouest. La dynamique des systèmes de culture intégrant le coton a été la base des sondages. Le focus-group a été utilisé en entretien de groupe et le questionnaire en interview individuel avec les chefs d'exploitation échantillonnés. L'étude a montré que la baisse de fertilité des sols justifie la stratégie des contonculteurs. Elle permet aussi d'atténuer les conflits agriculteurs-éleveurs, ainsi qu'une meilleure gestion de la main-d'œuvre familiale. Le coton autour des cases est aussi confronté à la divagation d'animaux, mais domestiques. Les conflits qui peuvent en découler sont mieux gérés. L'émergence d'un nouveau système de culture de coton illustre le besoin d'appui en gestion durable de fertilité des sols, ainsi que d'autres facteurs de production.

Mots clés : Tchad, champ de case, champ de brousse, culture cotonnière, zone cotonnière

ABSTRACT

Considered once as a bush field crop, in opposition to maize and vegetable crops, cotton growing is making its way around houses in Chad. Main export product before 2003, cotton is relegated to third place after oil and livestock. The poor control of integrated soil fertility management at the time of the cotton boom of the 1970s and 1980s contributed to the decline in fertility in the Sudanian zone of Chad. Is the strategy of growing cotton around the houses a response to the general decline in soil fertility in the cotton zone? Or is it targeting the optimization of mineral fertilizers? A survey was conducted of 600 family farms in 9 plant zones along the

East-West gradient. The dynamics of cropping systems incorporating cotton has been the basis of surveys. The focus-group was used in the group interview and the interview questionnaire with the sampled farm managers. The study showed that the decline in soil fertility justifies the strategy of the farmers. It also helps mitigate grower-breeder conflicts and better management of the family workforce. The cotton around the houses is also confronted with the straying of domestic animals. The conflicts that can arise from it are better managed. The emergence of a new cotton growing system illustrates the need for support in sustainable soil fertility management, as well as other factors of production.

Keywords: Chad, around house field, bush field, cotton growing, cotton zone

INTRODUCTION

Au Tchad, la culture de coton est rendue possible en 1928, après quelques années de tentatives (Cabot, 1957), alors que le coton sauvage était déjà bien connu des peuples du Sud-ouest du pays, aux confins du Cameroun voisin (Padacké, 2016). Sa culture était obligatoire au moment de son implantation pendant la période coloniale dans les savanes au Sud du pays. Pour faciliter l'encadrement, les paysans avaient l'obligation d'implanter les champs de coton en bloc. Ce qui permettait ainsi le contrôle et la vulgarisation des techniques de production par l'agent d'encadrement d'alors, appelé « *boy coton* » (Padacké, 2016). Cette organisation spatiale de la culture de coton ne pourrait se faire qu'en champ de brousse. Les cultures de soudure comme le sorgho précoce, le maïs de bouche, l'arachide et les cultures légumières telles que gombo, oseille, amarante, tomate, aubergine, etc. sont cultivées autour des cases.

La culture commerciale du coton, qui a structuré les savanes du sud depuis les années 1930, est très moribonde actuellement, alors que la filière était florissante jusqu'à la fin de la décennie 1990 (Magrin, 2001). Depuis lors, des crises récurrentes ébranlent les productions cotonnières au Tchad comme dans les autres pays africains producteurs. La culture cotonnière qui a permis l'encadrement efficace des producteurs du sud du Tchad pendant plusieurs décennies (Djondang et Harvard, 2010) se trouve dans un dysfonctionnement sans précédent. L'historique de la culture du coton au Tchad montre que 'il y a plusieurs raisons de baisse de la production du coton graine. Mais les baisses de production de ces dernières décennies sont imputables à celle de la fertilité des sols en zone cotonnière du pays. En effet, pendant la période coloniale, le rendement du coton était en moyenne de 277 kg/ha. Pendant la première décennie de l'indépendance, le rendement du coton graine a évolué à 343 kg/ha, puis à 500 kg/ha. De la fin des années 1970, à celle des années 1990, le rendement moyen a connu une nette amélioration, passant à 517 kg/ha à 902 kg/ha, au titre de la campagne 1983/84. Depuis lors, la production cotonnière tchadienne est retombée bas, avec une moyenne de 350 kg/ha. Les dernières décennies correspondent à la période déclin de la société cotonnière nationale, qui peine à approvisionner les cotonculteurs en engrais.

Pendant la période du boom cotonnier, où les producteurs étaient approvisionnés régulièrement en engrais, le coton était cultivé dans les champs de brousse. Comme l'ont souligné Akanvou (1995), Djagni (1995) et récemment Djondang (2013), puis Guenot et Huchet-Bourdon (2014), l'influence du système coton avait sorti le maïs des champs de case pour les champs de brousse, profitant ainsi des arrières effets des engrais minéraux apportés au cotonnier. Dans la mesure où l'apport d'engrais minéraux est hypothéqué par les crises récurrentes de la société cotonnière nationale, le maïs revient au bercail, en « amenant le coton ».

La stratégie consistant à cultiver le coton autour des cases est-elle une réponse au constat de baisse généralisée de fertilité des sols en zone cotonnière ? Ou vise-t-elle l'optimisation de fertilisants minéraux ?

Cette étude vise à comprendre le mobile du déplacement de la culture du coton des champs de brousse en champs de case.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Une enquête menée auprès de 600 exploitations familiales agricoles réparties sur 9 zones d'usine, suivant le gradient Est-Ouest a permis de collecter les données pour analyser la dynamique du système nouveau de culture de coton autour des cases. L'approche zone d'usine a été adoptée du fait que l'approvisionnement des producteurs en engrais se fait à travers les associations villages (AV), regroupées autour des usines. Aussi, le déploiement des agents de terrain de la société cotonnière, appelés gestionnaires des intrants se fait suivant le même dispositif opérationnel.

RECRUTEMENT DES ENQUÊTEURS

Le critère de recrutement retenu dans la conception de l'étude a été fondé sur la base de l'expérience dans la conduite des enquêtes et/ou dans l'animation des organisations des producteurs (OP). La connaissance du milieu de l'étude a été aussi un critère discriminatoire. Le choix des enquêteurs sur la base des critères susmentionnés a été fait avec la contribution des chefs de région de développement rural de l'Office Nationale de Développement Rural (ONDR). Neuf enquêteurs ont été retenus, à raison d'un par zone d'usine. Parmi eux, on distingue un technicien de recherche pour la zone d'usine de Sarh, un secrétaire d'une association villageoise pour la zone d'usine de Léré. Les sept autres sont des agents de développement rural.

Deux journées ont été consacrées à l'explication du contenu du questionnaire, de la méthode d'échantillonnage des exploitations à enquêter et au test du questionnaire dans un village autour de la zone d'usine où la formation s'est déroulée. Deux sites ont été retenus pour la formation des enquêteurs : Sarh pour les zones d'usine de l'Est et Kélo pour les zones d'usine de l'Ouest. Les données collectées dans les villages tests ont permis d'affiner le questionnaire.

ENTRETIEN EN FOCUS GROUP

Le Guide d'utilisation de l'entrevue en focus group a été structuré sur les critères suivants : Système de production intégrant le coton ; Pratique de la culture de coton autour des cases ; Raisons d'adoption de cette pratique ; Approvisionnement en engrais minéraux ; Accessibilité des villages à enquêter ; Taille de l'exploitation familiale en termes d'effectif de personnes en son sein ; Possession de bovin de trait ; Possession de bovin de trait et d'élevage ; Genre.

ELABORATION DU QUESTIONNAIRE

Les éléments de base de l'élaboration du questionnaire sont portés essentiellement sur les aspects suivants :

- i) Identification de l'exploitant. Il s'agit de distinguer l'exploitation essentiellement par le nom, le village, le sexe, le statut matrimonial, le niveau de scolarisation et la religion du chef d'exploitation ;
- ii) Facteur de production : sont recensés à ce niveau, le foncier (superficie agricole totale et cultivées, mode d'accès au foncier), la force de travail (main-d'œuvre, traction animale ou motorisée), l'équipement agricole ; iii) un accent a été mis sur les systèmes de productions végétale et animale. Les questions sur le système de production végétale a permis de collecter les informations sur la pratique de culture de coton en champ de case. Sous la même rubrique de facteur de production des questions ont été posées sur l'utilisation des engrais minéraux et/ou organiques particulièrement pour la culture du coton et les sources d'approvisionnement. A ce niveau, les questions sur l'assolement et la rotation des cultures ont été posées également.

ECHANTILLONNAGE

Sur la base des informations recueillies lors des entrevues en focus group et avec les appuis directs des agents de terrain, des responsables des AV et des chefs de village, l'échantillonnage a été fait de manière raisonnée. Deux focus groups ont été conduits dans chaque village. Dès l'arrivée de l'enquêteur dans un village, il présente tout d'abord ses civilités au chef de village, tout en lui expliquant l'objet de la mission et en lui exprimant clairement son désir de tenir une entrevue en focus group autour du chef. Cependant, il rassure le chef de village qu'il peut s'entourer de quelques sages du village y compris les femmes et quelques autres chefs d'exploitation.

Avant le focus group autour du chef, l'enquêteur s'entretient au préalable en focus group aussi, avec les agents de développement exerçant dans le village et les responsables d'organisations des producteurs. L'animation des focus groups est basée sur l'entretien semi-directif, structuré autour des points répertoriés dans le guide d'entrevue. Après ce premier focus group avec les agents de développement et les responsables des organisations des producteurs, l'enquêteur revient sur celui organisé autour du chef de village, avec la même technique d'animation. Les choix des deux villages et des exploitations à enquêter sont faits sur la base du croisement des informations recueillies de ces deux focus groups, et de manière participative lors du focus group autour du chef de village. L'échantillonnage des exploitations agricoles familiales à enquêter varie en fonction de leur importance par village. Le critère accessibilité a été discuté au niveau des responsables de la société cotonnière. Ce qui a permis d'éviter les villages dont l'accès nécessite de traverser un cours d'eau

comme dans les zones d'usine de Doba au centre et Léré à l'Ouest, ou de traverser des bandes boisées comme dans les zones d'usine de Kyabé à l'Est et Pala à l'Ouest. Les longues distances ont été également évitées. Ainsi, les villages les plus éloignés des usines ont été choisis à environ 60 km et les plus proches, autour de 10 km.

Cette démarche a permis de constituer un échantillonnage de 18 villages, répartis sur les 9 zones d'usine, à raison de 2 villages chacune. Six cent (600) exploitations ont été concernées par l'étude. L'échantillonnage des exploitations enquêté a varié en fonction de leur importance par village. Le questionnaire a été administré au chef d'exploitation assisté de quelques membres de sa famille, au lieu de résidence ou concession. Les sorties de terrain effectuées sur les deux sites de formation pour tester le questionnaire et la connaissance de l'ensemble de la zone cotonnière ont permis au chercheur de faire des observations directes. Les enquêteurs ont été interpellés à faire autant, lors de leurs passages dans les villages. Le logiciel Sphinx a été utilisé tant pour l'élaboration du questionnaire que la saisie, le traitement et l'analyse des données.

LA ZONE COTONNIÈRE DU TCHAD

Au gré des différentes reformes, la zone cotonnière a connu des multiples limites. Au moment de cette étude, elle reste encore aux limites représentées par la bande hachurée sur la **carte 1**. Les zones d'usine sont déterminées autour des 9 usines d'égrenage de coton graine. En suivant la gradient Est-Ouest les zones d'usine sont réparties en lien avec les circonscriptions administratives comme suit : i) la région du Moyen-Chari avec deux zones d'usines (Kyabé et Sarh) ; ii) la région du Mandoul avec une zone d'usine (Koumra), iii) la région du Logone Oriental avec une zone d'usine (Doba), iv) la région du Logone Occidental avec une zone d'usine (Moundou), v) la région de la Tandjilé, avec une zone d'usine (Kélo), la région du Mayo-Kebbi Est, avec une zone d'usine (Gounou-Gaya) et la région du Mayo-Kebbi Ouest avec deux zones d'usine (Pala et Léré) [**carte 1**]. Il convient de souligner qu'une zone d'usine peut déborder les limites d'une circonscription administrative.

RÉSULTATS

La caractérisation des 600 chefs d'exploitations familiales enquêtés par le critère genre a montré une diversité de représentation des femmes chefs d'exploitations, par zone d'usine (Tab. 1). Cette variation de la représentativité des femmes dans l'échantillonnage est liée aux poids socioculturels. Les villages des zones d'usine de Pala et Léré à l'Ouest, ainsi que celle de Kyabé à l'Est se sont distingués par des faibles proportions des femmes dans les échantillons qui y sont constitués. Cette singularité s'explique par le fait que dans les ethnies des ces régions, la société exige toujours un remariage en cas de divorce ou de veuvage. A l'Ouest les veuves se remarient toujours dans la famille du mari défunt. Les femmes qui se déclarent vraiment chef d'exploitation sont généralement celles qui gardent leurs positions dans la concession de leurs maris défunts et prennent ainsi le règne de la gestion de l'exploitation. Sur l'échantillonnage constitué dans le cadre de cette étude, le cas des femmes dont les maris sont partis pour faire autre chose n'a pas été révélé.

Tableau 1 : *caractérisation des chefs d'exploitations agricoles familiales enquêtés par le genre*

Village	Total chefs d'exploitation enquêtés	Nombre d'hommes chefs d'exploitation enquêtés	Pourcentage	Nombre de femmes chefs d'exploitation enquêtées	Pourcentage
Mila Gondéré	70	60	85	10	15
Kinda	38	31	82	7	18
Maïmana	32	23	70	10	30
Bénobjo	16	11	67	5	33
Kemkaga	54	42	78	12	22
Mouroumgoulaye	32	27	83	5	17
Kokabri	48	32	67	16	33
Béko I	16	11	67	5	33
Kaga	16	11	67	5	33
Bédjal	59	39	67	19	33
Bologo	27	22	83	5	17
Dallé	16	13	80	3	20
Djoufouna I	32	22	67	11	33
Gaskala	32	22	67	11	33
Vridjibao	32	25	79	7	21
Somla	48	46	95	2	5
Poubamé	16	14	88	2	12
Poudoué	16	14	87	2	13
Total	600	463	77	137	23

Les résultats de ce diagnostic ont montré que les chefs d'exploitations agricoles familiales enquêtés sont majoritairement jeunes (Tab. 2). Les plus de 50 ne représentent qu'à peine le quart de l'échantillonnage. Cependant, à l'échelle territoriale, les plus de 65 ans sont fortement représentés dans deux villages (11%), Bologo et Djoufouna I, alors qu'ils sont totalement absents dans 12 autres, sur les 18 où les

enquêtes ont eu lieu (67%). Les chefs d'exploitation familiales âgés de 20 à 50 ans sont uniquement représentés dans cinq villages (28%), appartenant à des différentes zones d'usine. Il s'agit des villages Kokabri, Bédjal, Gaskala, Poubamé et Poudoué. La forte présence des jeunes dans l'échantillonnage constitué laisse présager que cette tranche d'âge s'intéresse encore à la culture de coton, malgré les péripéties que connaît cette spéculation.

Tableau 2 : *Caractéristiques des chefs d'exploitations familiales enquêtés par classe d'âge*

	Inconnu	20 à 35 ans	36 à 50 ans	51 à 65	Plus de 65 ans	Total
Mila Gondéré	0%	15%	54%	31%	0%	100%
Kinda	9%	27%	55%	9%	0%	100%
Maïmana	0%	20%	40%	40%	0%	100%
Bénobjo	0%	33%	56%	11%	0%	100%
Kemkaga	11%	11%	56%	22%	0%	100%
Mouroumgoulaye	14%	29%	43%	14%	0%	100%
Kokabri	0%	67%	33%	0%	0%	100%
Béko I	0%	17%	50%	33%	0%	100%
Kaga	0%	0%	50%	33%	17%	100%
Bédjal	0%	67%	33%	0%	0%	100%
Bologo	0%	0%	50%	17%	33%	100%
Dallé	0%	20%	40%	40%	0%	100%
Djoufouna I	0%	33%	33%	0%	33%	100%
Gaskala	0%	33%	67%	0%	0%	100%
Vridjibao	0%	33%	33%	33%	0%	100%
Somla	0%	0%	67%	33%	0%	100%
Poubamé	0%	33%	67%	0%	0%	100%
Poudoué	0%	33%	67%	0%	0%	100%
Total	3%	25%	49%	20%	4%	100%

Deux types d'activités principales ont permis de classer à presque égales parties, les chefs d'exploitations agricoles familiales enquêtés (Fig. 1). En suivant le gradient Est – Ouest, les individus enquêtés dans six villages sur les 18 (33%) se trouvant en zones d'usine de l'Ouest ont tous cité l'agriculture et l'élevage comme leurs principales activités. Cela a bien révélé le statut de zone de tradition d'élevage, mais aussi de culture de coton qui caractérise l'Ouest de la zone cotonnière du Tchad. C'est d'ailleurs aussi dans cette zone que le maïs a véritablement intégré le système de culture à base du coton. Il est désormais entré dans le système de rotation coton-céréales-légumineuse, quelques fois sur deux à trois cycles, avant l'observation d'une brève période de jachère.

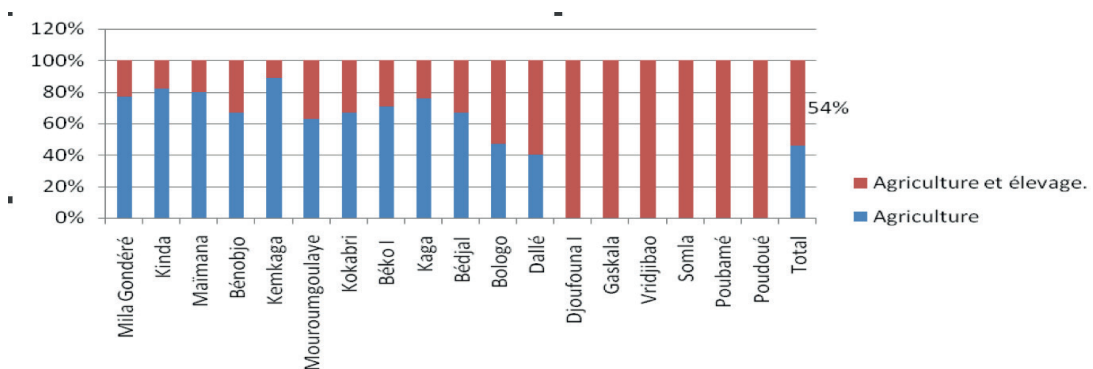


Figure 1 : *Caractérisation des chefs d'exploitation agricole familiale par activité principale*

D'autres ont cultivé le coton aussi bien en champ de case qu'en champ de brousse. Il ressort également de cette étude que la pratique habituelle de la culture de coton en champ de brousse n'est pas pour autant abandonnée (**figure 2**). Les statistiques montrent qu'en dépit des multiples crises que connaît la filière cotonnière tchadienne, les agriculteurs tiennent toujours à la production du coton graine. Depuis la campagne agricole de référence de 1949/1950 où les superficies emblavées en coton ont été de 178 650 ha, seule l'emblavure la plus faible a été enregistrée pendant la campagne 2009/2010 qui a été de 101 102 ha. Les emblavures de coton pendant la campagne 2016/2017 où s'est déroulée cette étude se sont élevées à 314000 ha. Par contre les rendements moyens ont fortement baissé ces dix dernières années avec une moyenne de 453 kg/ha, comparé au rendement record de la campagne 1983/1984.

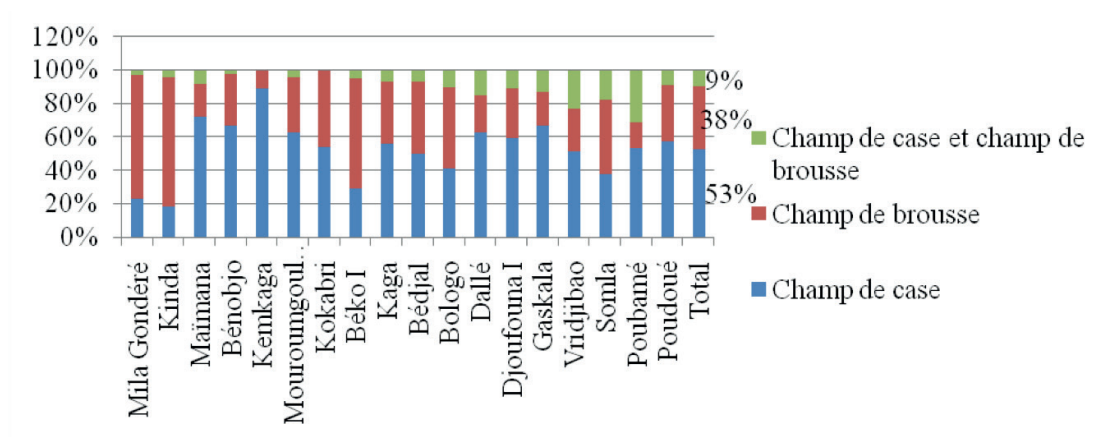


Figure 2: *Répartition des avis exprimés sur la localisation des champs de coton pendant la campagne 2016-2017*

La distance entre le lieu de résidence du producteur enquêté et le champ de coton a contribué à apprécier l'importance de la pratique de coton à proximité des ha-

bitations. Les champs de brousse les plus lointains ont été faiblement cités pour la culture de coton (**figure 3**).

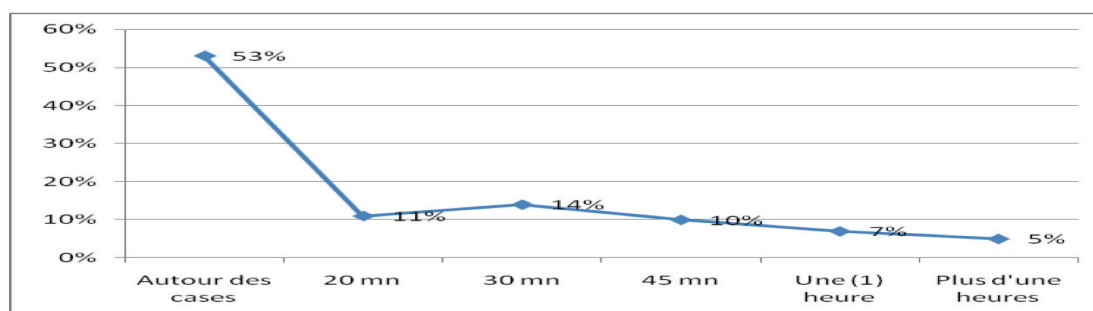


Figure 3 : Appréciation en temps des distances entre l'habitation et le champ de coton

Trois principales raisons ont permis de juger de l'intérêt que les producteurs ont, de cultiver le coton en champ de case. Bien qu'ayant des poids inférieurs à celui citant la fertilité des sols de derrière les cases, les raisons liées à la dévastation par les animaux et la facilité de travail ont été significatifs pour étayer cette option des cultiver le coton autour des cases (**figure 4**).

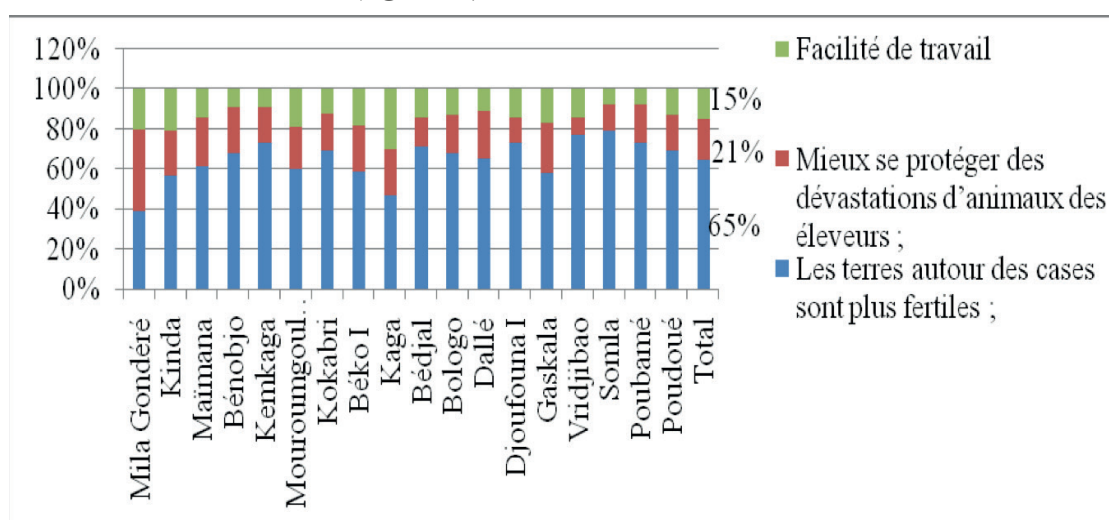


Figure 4 : Raisons pour lesquelles les producteurs optent pour la culture de coton autour des cases

Les 53% de chefs de ménage enquêtés, ayant mis le coton derrière les cases pendant la campagne agricole 2016-2017 ont fourni davantage des arguments pour cette nouvelle pratique des agriculteurs de la zone cotonnière, en dépit de la place qu'occupent d'ordinaire les cultures vivrières (figure 5). Toutefois, cela n'exclu en rien le maintien des cultures traditionnelles autour des cases.

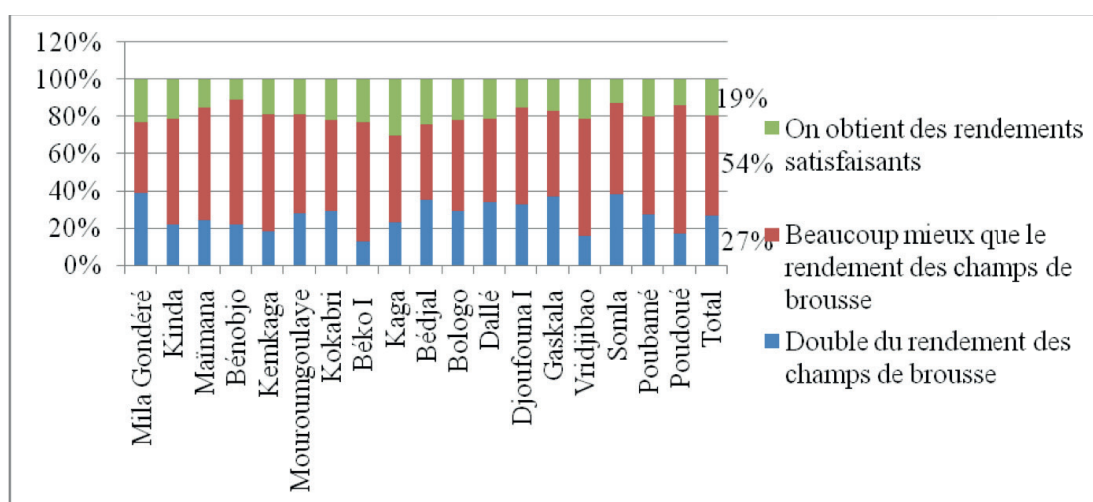


Figure 5 : Appréciation des rendements des champs de cases par les chefs d'exploitations familiales enquêtés

Depuis son introduction, il a été toujours conseillée aux agriculteurs de cultiver le coton en pur, c'est-à-dire sans association avec d'autres espèces. Dès la fin de la coercition liée à la culture du coton, celle du niébé a été la principale à lui être associée. De cette étude, il a été démontré qu'au-delà de l'association avec cette légumineuse, les producteurs enquêtés ont développé d'autres types d'association (**figure 6**). Des associations du coton avec deux légumineuses qui sont souvent le niébé et l'arachide ; mais aussi du coton plus une céréale (sorgho ou mil ou maïs), du coton plus céréales (mil ou sorgho ou maïs) plus légumineuse (niébé, ou arachide, ou niébé et arachide).

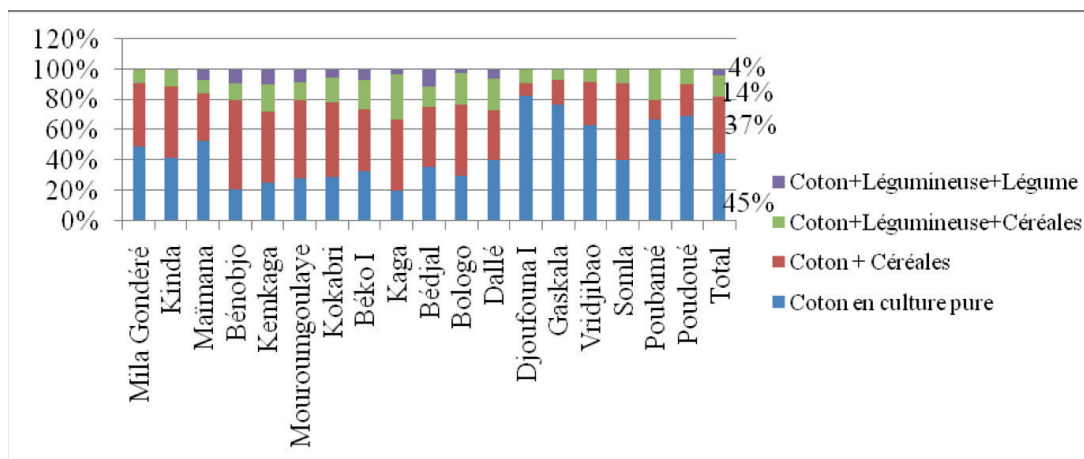


Figure 6 : Pratique de culture en association en champ de coton autour des cases

DISCUSSION

Djondang (2013) a fait remarquer que sous l'impulsion de la culture cotonnière, celle du maïs s'est développée à l'Ouest de la zone cotonnière (carte 1). Les résultats de cette étude ont largement montré que la baisse de fertilité décrite par de nombreux chercheurs (Arrivets, Rollin, 2002 ; [Saïdou et al., 2007](#) ; Naitormbaide et al., 2011) est au centre de la mobilisation du coton des champs de brousse aux champs de case, constatée au Tchad. Cependant, aucun écrit n'a mis l'accent sur ce phénomène. Cette étude semble être la première à révéler la pratique de culture de coton en champ de case. Du fait que son introduction s'était faite de manière coercitive, obligeant les producteurs à planter les champs de coton en bloc, il était inimaginable de trouver du coton autour des cases. Même avec l'évolution des systèmes de vulgarisation en champ école (FAO, 2014), la présence du coton autour des cases n'a pas été traitée.

Du coton autour des cases permet certes aux producteurs de se mettre à l'abri du conflit agriculteurs-éleveurs (Sougnabé, 2007), cette stratégie ne fait que différer le problème avec les animaux des agriculteurs eux-mêmes, à la seule différence que le règlement de ce type de conflit qu'on pourrait qualifier d'interne peut se gérer sans qu'il ne se transforme en conflit intercommunautaire.

Du fait que le coton rejoint les cultures vivrière autour des cases, celles-ci entrent en association avec lui, alors que l'idéal technique veut qu'on le cultive en pur (tableau 5).

Cette étude confirme la présence des femmes chefs d'exploitation en zone soudanienne comme Djondang et Gafsi l'ont évoqué en 2003. Cependant bien que ça ne soit pas les mêmes sites, l'on observe tout de même que de 8% de présence des femmes comme chef d'exploitation signalée dans leur étude d'alors, elles sont représentées à hauteur de 23% dans celle-ci. Cela laisse croire que les femmes prennent davantage la gestion des exploitations agricoles familiales en zone cotonnière du Tchad.

La forte présence des jeunes dans l'échantillonnage constitué pour cette étude encourage des investissements en conseil de gestion des exploitations agricoles familiales, notamment dans le domaine de la gestion intégrée des fertilités des sols, mais aussi des ravageurs ([Saïdou, 2007](#)).

CONCLUSION

L'étude a montré que désormais, il faut tenir compte de la place et du rôle que joue maintenant le coton en rejoignant les cultures de case. Cette situation peut être mise en relation avec la crise que continue de traverser encore la société cotonnière du Tchad, car il y a des producteurs qui attendent d'être payés de leurs productions d'il y a deux ans, alors que l'attente perdure. Si les statistiques montrent que les

emblavures sont toujours importantes malgré la situation d'extrême difficulté d'accéder aux engrais, l'hypothèse selon laquelle les agriculteurs transfèrent la culture du coton du champ de brousse au champ de case à la recherche des terres fertiles se vérifie. Si cultiver du coton autour des cases améliore les rendements comme l'ont souligné les producteurs enquêtés dans cette étude, le coton va y demeurer encore pour longtemps.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AKANVOU R. K., 1995, Les systèmes de culture du maïs dans le nord de la Côte-d'Ivoire. In *Production et valorisation du maïs à l'échelon villageois en Afrique de l'Ouest*. pp. Actes du séminaire «Maïs prospère». CIRAD 1995 ISBN 2-87614-206-6 ;
- ARRIVETS J., ROLLIN D., 2002. *Questions de fertilité dans la zone soudanienne du Tchad. Proposition d'un travail de recherche développement utilisant des systèmes avec semis direct dans un couvert végétal*. CIRAD. 147 p. ;
- CABOT JEAN. 1957. La culture du coton au Tchad. In : *Annales de géographie*. 1957, t.66, n°358. pp 499-508 ;
- Djagni K., 1995. Expansion de la culture du maïs en zone cotonnière du Togo: craintes et espoirs. In *Production et valorisation du maïs à l'échelon villageois en Afrique de l'Ouest*. pp. Actes du séminaire «Maïs prospère». CIRAD 1995 ISBN 2-87614-206-6 ;
- DJONDANG K. 2013, L'émergence du maïs (*Zea mays*) en zone cotonnière du Tchad est aussi le fait de l'intégration élevage-agriculture. *AGRAR-2013 : 1ère conférence de la recherche africaine sur l'agriculture, l'alimentation et la nutrition*. Yamoussoukro, Côte d'Ivoire, 4-6 juin 2013. L'agriculture face aux défis de l'alimentation et de la nutrition en Afrique : quels apports de la recherche dans les pays cotonniers. pp. 395-402 ;
- DJONDANG K., 2007. Retard de paiement, une des caractéristiques du dysfonctionnement de la filière cotonnière au Tchad. *Revue Scientifique du Tchad*. Vol. 9 ; Num. 2 ;
- DJONDANG K. ET HAVARD M., 2010. De l'encadrement au conseil aux exploitations agricoles familiales : une évolution indispensable pour les zones cotonnières du Tchad et du Cameroun. *Revue canadienne d'études du développement* 31, nos 1-2 (2010): 79-92 ;
- DJONDANG K., GAFSI M., 2003. Caractérisation des exploitations agricoles en zone soudanienne du Tchad : contribution pour la recherche-action-développement. In Jean-Yves Jamin, L. Seiny ;
- FAO, 2014. *Gestion intégrée de la production et des prédateurs du coton : Guide du facilitateur pour le champ école des producteurs*. 89 p. ;
- FAUBA P., 2016. La filière cotonnière au Tchad, historique, évolution et perspective. *Assemblée Générale de l'Association Contoculteurs d'Afrique*, N'Djaména, 2916 ;
- GUENOT A. ET HUCHET-BOURDON M., 2014. Rôle du coton sur la filière maïs au Burkina Faso. *Economie rurale*. Pp. 106-119 ;
- GOMGNIMBOU A. P. K. ET AL., 2010. *Pratiques agricoles et perceptions paysannes des impacts environnementaux de la cotonculture dans la province de la KOMPIENGA (Burkina Faso)*. *Sciences & Nature* Vol.7 N°2 : 165 - 175 (2010) ;
- MAGRIN G., DJAMIL M.A. ET REOUNODJI F., 2011. *Note prospective sur le développement rural au Tchad*. Agence Française de Développement / Ministère tchadien de l'Hydraulique Urbaine et Rurale. 46 p. ;
- MAGRIN G., 2001. *Le sud du Tchad en mutation. Des champs de coton aux sirènes de l'or noir*, St Maur des Fossés, Montpellier ; Sépia, Cirad, 427p. ;
- NAITORMBAIDE M ET AL., 2011. Incidence des pratiques culturales et de la teneur en phosphore du sol sur la productivité des cultures en zone de savane du Tchad. *Agronomie Africaine* 23 (2) : 111 - 122 (2011) ;

- NUTTENS F., TCHILQUÉ Y., 2003. *Tchad : coton, environnement, société : des producteurs en difficulté.*
- PADACKÉ F., 2016. *La filière cotonnière du Tchad : Historique, évolution et perspectives.* Cotontchad SN et Ministère de l'Agriculture. 25 p. ;
- SAÏDOU A. ET AL., 2007. *Sécurité foncière et gestion de la fertilité des sols : études de cas au Ghana et au Bénin.* *Cahiers d'études et de recherche francophones/ Agricultures.* Volume 16, Numéro 5, 404-12, septembre 2007, Etude originale. 11 p. ;
- SOUGNABÉ P. ; 2007. *Conflits agriculteurs-éleveurs en zone soudanienne au Tchad : une étude comparée de deux régions : Moyen-Chari et Mayo-Kebbi*



QUATRIÈME PARTIE

**Vers une orientation
agroécologique pour la
gestion de production**

REPENSER LA GESTION DES RAVAGEURS DU COTONNIER

BREVAULT Thierry, RENOU Alain, GOEBEL Régis, CLOUVEL Pascal

*Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), UPR AIDA, CIRAD, F-34398 Montpellier, France /
AIDA, Univ. Montpellier, CIRAD, Montpellier, France*

Auteur correspondant : thierry.brevault@cirad.fr

RÉSUMÉ

Les insectes ravageurs représentent une contrainte majeure à l'intensification de la production cotonnière en Afrique de l'Ouest. Les filières cotonnières se sont engagées, à des degrés divers, dans des démarches de gestion intégrée des ravageurs pour réduire l'utilisation des insecticides et limiter en amont les risques sanitaires et environnementaux. Toutefois, un changement fondamental des pratiques, au bénéfice de la mobilisation des services de régulation naturelle des ravageurs, s'impose pour inventer des systèmes de production encore plus économes en pesticides et plus résilients. Les leviers permettant de favoriser les processus écologiques de régulation naturelle des ravageurs sont multiples et redevables d'actions à différentes échelles, du champ cultivé au territoire, mais nécessitent d'approfondir notre connaissance du « système de vie » des ravageurs et de leurs ennemis naturels. L'activation des processus de régulation naturelle des ravageurs implique aussi de prendre en compte la perception des acteurs dans une approche participative de la gestion collective des ressources et des processus d'innovation. À terme, il s'agit de construire une organisation territorialisée d'actions individuelles et collectives de gestion des ravageurs et des services écosystémiques, incluant des dimensions écologiques, économiques et sociales.

Mots clés : processus écologiques / paysage / agroécosystème / biodiversité

ABSTRACT

Insect pests represent a major constraint to the intensification of cotton production in West Africa. The cotton value chain has been involved to varying degrees in integrated pest management approaches (IPM) to reduce the use of insecticides and to limit health and environmental risks. However, a fundamental change in farming practices to benefit the mobilization of natural pest control services is needed to invent more pesticide-efficient and resilient production systems. The levers for promoting natural pest regulation are multiple and actionable at different scales from field to territory, but still require deepening our knowledge of the “life system” of

pests and their natural enemies. The activation of ecological processes involved in natural pest regulation of pests also implies to take into account the perception of stakeholders in a participatory approach of the collective management of resources and processes of innovation. Ultimately, the aim is to build a territorialized organization of individual and collective actions for the management of pest and ecosystem services, including ecological, economic and social dimensions.

Keywords: ecological processes / landscape / agroecosystem / biodiversity

INTRODUCTION

Les insectes ravageurs représentent une contrainte majeure à l'intensification de la production cotonnière en Afrique de l'Ouest. Plus de 200 espèces ont été identifiées, mais seules quelques-unes sont réellement très nuisibles (Renou & Brévault 2016). Les chenilles de la capsule (*Helicoverpa armigera* Hübner, *Diparopsis watersi* Rothschild et *Earias* sp.) provoquent des chutes d'organes fructifères, boutons floraux et jeunes capsules, et détériorent la fibre des capsules plus âgées. Le cortège d'insectes piqueurs suceurs vient immédiatement après, en termes d'importance économique. Il comprend des pucerons (*Aphis gossypii* Glover), aleurodes (*Bemisia tabaci* Gennadius), jassides (*Empoasca* sp), mirides (*Campylomma* sp, *C. nicolasi* Puton & Reuter, *C. unicolor* Poppius, *Creontiade pallidus* Rambur, *Euristylus oldi* Poppius, *Helopeltis shoutedeni* Reuter, *Megacoelum apicale* Reuter, *M. scutellare* Poppius, *Stenocapsus leucochilus* Reuter et *Taylorilygus vosseleri* Poppius) et punaises (*Dysdercus fasciatus* Signoret, *D. völkeri* Schmidt et *D. supersticiosus* Fabricius), qui peuvent réduire significativement la production par affaiblissement de la vigueur des plants, abscission d'organes fructifères, transmission de maladies, développement d'agents responsables de pourritures détruisant le contenu des capsules et dépôts de miellats sur la fibre. Les chenilles phyllophages (surtout *Syllepte derogata* Fabricius, mais aussi *Spodoptera littoralis* Boisduval et *Anomis flava* Fabricius) sont fréquemment observées en culture cotonnière. À l'échelle d'une parcelle, où leur présence est souvent liée à des défaillances dans la protection phytosanitaire, l'incidence de ces ravageurs est en général faible car les infestations sont souvent très localisées.

Le recours aux pesticides, comme principal moyen de lutte, a montré certaines limites comme des risques sanitaires, le développement de résistances des cibles, mais également un effet délétère sur la santé des écosystèmes, avec pour conséquence une altération des services de régulation naturelle (Bruce 2010, Barzman *et al.* 2015). S'ajoutent à cela une réduction de la gamme de molécules disponibles et l'émergence de nouvelles problématiques liées au changement de statut de ravageurs secondaires (*e.g.* jassides), ou à l'invasion de ravageurs exotiques, comme celle très récente de la noctuelle *Spodoptera frugiperda* (Goergen *et al.* 2016). Enfin, la simplification des paysages agricoles contribue à l'érosion de la diversité cultivée et à la fragmentation, voire à la disparition, des habitats non cultivés, supports de la biodiversité fonctionnelle. Cette érosion de la biodiversité et la perte de fonction de régulation qui l'accompagne accroissent la sensibilité des écosystèmes cultivés aux ravageurs.

Les filières cotonnières d'Afrique de l'Ouest se sont engagées depuis longtemps, à des degrés divers, dans des démarches de gestion « intégrée » des ravageurs de la culture, pour raisonner l'utilisation des insecticides à l'échelle du système de cultures et limiter en amont les risques sanitaires et environnementaux. Toutefois, un chan-

gement de paradigme dans les pratiques reste à opérer pour construire des systèmes de production plus économes en pesticides et plus résilients, favorisant les services écosystémiques de régulation des bioagresseurs, du champ cultivé au territoire.

GESTION INTÉGRÉE DES RAVAGEURS

Selon la FAO (2014), la gestion « intégrée » des bioagresseurs des cultures (*IPM : Integrated Pest Management*) est une approche qui combine différentes stratégies et pratiques pour maintenir les cultures en bonne santé et minimiser l'utilisation de pesticides. Elle s'appuie en premier lieu sur la surveillance du niveau des populations de bioagresseurs ou des dégâts associés, permettant le raisonnement des traitements phytosanitaires, et l'utilisation privilégiée de matières actives sélectives et à faible empreinte écologique, par opposition au suivi d'un calendrier de traitement et à l'emploi d'insecticides à large spectre. Le concept a été développé en même temps que celui de seuil économique d'intervention, seuil fixant la densité de population de bioagresseurs à partir de laquelle une mesure de lutte doit être prise pour empêcher la population de ravageurs d'atteindre le seuil économique de dégâts (Stern *et al.* 1959). La gestion « intégrée » s'appuie aussi sur le recours à une combinaison de méthodes alternatives de contrôle ou de lutte (Fig. 1) qui concourent à limiter l'incidence des bioagresseurs.

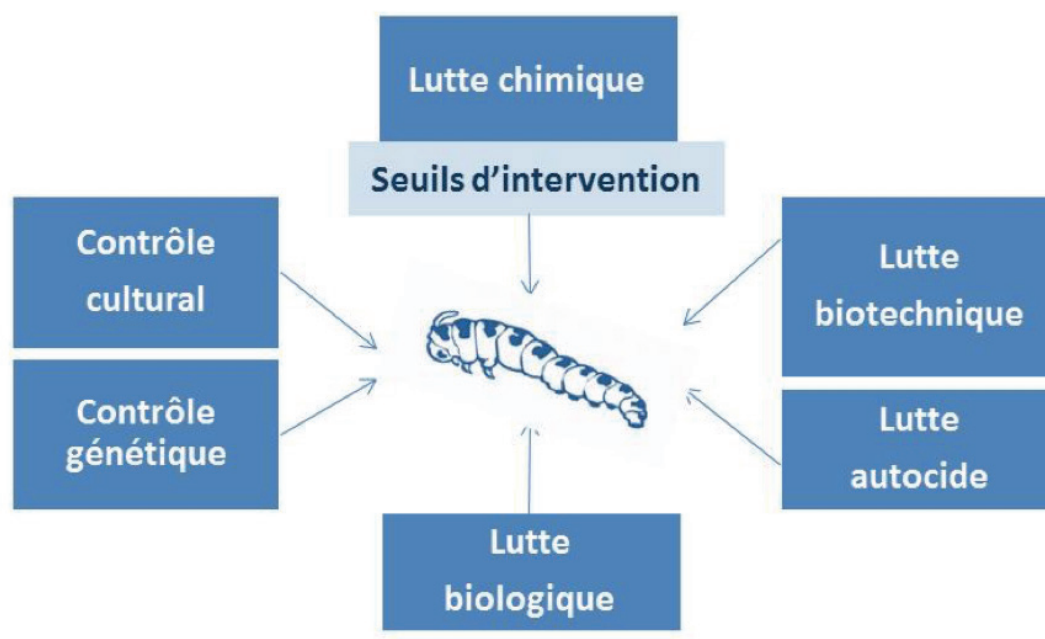


Figure 1. Les différentes méthodes de contrôle ou de lutte développées contre les bioagresseurs.

Ces méthodes alternatives peuvent être mobilisées pour agir sur la population initiale de bioagresseurs, pour éviter la concordance entre la phase de colonisation

par le bioagresseur et la période de sensibilité de la culture (évitement) ou pour minimiser les dégâts lorsque la culture et le bioagresseur se trouvent en contact (atténuation). Enfin, les solutions de rattrapage, comme les traitements insecticides, permettent de limiter les dégâts lorsque les leviers mis en œuvre auparavant n'ont pas été efficaces (Attoumani-Ronceux *et al.* 2010).

Deux grands types de programmes de protection sur seuil pour le contrôle des chenilles de la capsule sont pratiqués en culture cotonnière en Afrique de l'Ouest : un programme appelé « Lutte étagée ciblée » (LEC), qui comprend des traitements d'assurance à demi-dose (dits « filets de protection »), et un programme appliquant strictement le principe des seuils (seuils *sensu stricto*). Les seuils d'intervention ont été définis de manière empirique et varient selon les pays (Silvie *et al.* 2013). Au Mali, le programme LEC est considéré comme une étape de transition vers l'emploi des seuils au sens strict. En 2010, 66% des surfaces (280 000 ha) étaient conduites de manière conventionnelle, 24% selon le programme LEC et 10% sous le régime de seuils *sensu stricto*. Au Cameroun, une méthode d'échantillonnage séquentiel a été mise au point afin de faciliter les observations au champ et la prise de décision (Brévault *et al.* 2009). Une planchette spécifique à l'usage des producteurs a été conçue. Ce programme de « Lutte après Observation Individuelle des Chenilles » (LOIC), qui concernait près de 10 % des superficies en 2013, ne procure pas toujours des économies d'insecticides car son principal atout réside dans un meilleur positionnement (*timing*) des traitements insecticides par rapport à la dynamique des infestations en chenilles de la capsule.

Les caractères de résistance ou de tolérance aux ravageurs les plus utilisés dans la zone cotonnière d'Afrique de l'Ouest sont la résistance à la bactériose et à la mosaïque, ainsi que la pilosité foliaire, qui constitue une barrière physique à la prise de nourriture et surtout à l'oviposition des jassides (Parnell *et al.* 1949). Les potentialités qu'offre la diversité génétique du cotonnier pour la résistance aux ravageurs restent cependant insuffisamment exploitées dans les programmes de sélection variétale. Dans certains pays, l'utilisation de coton transgénique, produisant des toxines provenant de la bactérie du sol *Bacillus thuringiensis* (Bt), permet de protéger la culture contre certains lépidoptères phytophages (Showalter *et al.* 2009). Les bénéfices potentiels associés aux cotonniers transgéniques insecticides sont une diminution du recours aux traitements insecticides contre les cibles, la conservation des ennemis naturels, un contrôle des ravageurs ciblés à une échelle régionale et des rendements accrus ou plus stables. Leur diffusion pose cependant la question des risques agronomiques et écologiques, qui incluent les flux de gènes, le développement de résistance chez les insectes et des effets non intentionnels sur des espèces non ciblées, ou la résurgence de ravageurs secondaires (mirides) (Luo *et al.* 2014). Des cotonniers transgéniques de deuxième génération, incluant notamment des ARN interférents (*gene silencing*), sont en développement (Tabashnik & Carrière 2017).

L'introduction ou les lâchers à grande échelle d'ennemis naturels pour limiter les populations de ravageurs du cotonnier, comme en Egypte (Baraka *et al.* 2008), ne sont pas encore d'actualité en culture cotonnière en Afrique de l'Ouest. Le potentiel d'impact des ennemis naturels est souvent difficile à démontrer, en raison de la gamme des ravageurs à contrôler, du caractère annuel de la culture et de l'importance accordée aux traitements insecticides en début de saison, souvent avec des insecticides à large spectre (Deguine *et al.* 2008). Les méthodes de lutte biologique reposant sur l'emploi de préparations à base de virus (baculovirus) ou de bactéries (*Bacillus thuringiensis*) spécifiques d'insectes n'ont connu une diffusion que sur de faibles superficies, en production de coton biologique. En culture biologique au Bénin, leur efficacité a pu atteindre celle d'une protection par des insecticides chimiques grâce à l'adjonction de phagostimulants (Mensah *et al.* 2012) et de très faibles doses d'insecticide (Renou 1987). Cependant, le coût de telles applications demeure souvent un obstacle à la diffusion de cette méthode de lutte (Renou & Brévault 2016).

Parmi les plantes les plus utilisées pour fabriquer des pesticides d'origine naturelle figure le neem, *Azadirachta indica*, dont les préparations à base de graines ou de feuilles perturbent le comportement des ravageurs (Gahukar 2000). Elles peuvent être employées seules ou associées à d'autres agents biologiques (Togbe *et al.* 2015). En Australie, un produit à base d'huile de *Clitoria ternatea* (Fabaceae) a un effet dissuasif sur l'oviposition et l'alimentation des larves d'*Helicoverpa* spp., et toxique pour les larves (Mensah *et al.* 2015). L'utilisation de médiateurs chimiques (ou substances sémiocchimiques) régissant les relations plantes-insectes constitue une voie en plein essor. Les médiateurs chimiques sont des molécules que les insectes détectent via leurs systèmes olfactifs et gustatifs et qui affectent leur comportement ou leur aptitude biologique. Certains sont utilisés avec succès en protection des cultures, pour la surveillance des populations de ravageurs (pièges à base de phéromones ou d'appâts alimentaires) ou comme moyen de lutte (piégeage de masse, lutte attracticide, confusion sexuelle ou encore technique du *push-pull*). La confusion sexuelle a été utilisée avec succès contre *P. gossypiella* aux Etats-Unis, en Israël et en Egypte, mais reste peu pratiquée, en raison du nombre d'espèces de ravageurs à contrôler et des difficultés de mise en œuvre de cette technologie (Cardé & Minks 1995). En Australie, des attractifs à base de composés volatiles de plantes et de stimulants alimentaires (Gregg *et al.* 2004), mélangés à un insecticide, ont été développés pour attirer et tuer l'adulte *Helicoverpa* sur les bandes traitées de la culture avant qu'il ne puisse pondre ses œufs. Un programme initié en 2002 et utilisant une combinaison de méthodes (confusion sexuelle, applications locales d'insecticides, coton Bt et lâchers de mâles stériles) a permis d'éradiquer le ver de la capsule rose, *Pectinophora gossypiella* (Lepidoptera, Gelechiidae), de certaines régions du sud-ouest des États-Unis et du nord du Mexique. La menace persistante de ré-invasion impose cependant le

maintien de la surveillance (Byers & Naranjo 2014).

Des substances allélochimiques sont généralement impliquées dans la réaction induite de défense des plantes, consécutivement à une attaque de ravageurs. Elles peuvent affecter le comportement ou le développement des ravageurs et leurs interactions avec leurs ennemis naturels (Bruce et al. 2008, War *et al.* 2012) : dissuasion des femelles en quête d'un site de ponte ou attraction des ennemis naturels via l'émission de composés organiques volatiles (*herbivore induced plant volatiles*), érection de barrières physiques, production de composés toxiques ou répulsifs (protéines de défense, métabolites secondaires comme le gossypol, trichomes), production de ressources pour les ennemis naturels (*e.g.*, nectar extrafloral), ou encore induction des plantes voisines qui vont elles-mêmes se mettre à produire des molécules de défense (Lopez Llandres *et al.* 2018). Des expérimentations conduites au Mali depuis plusieurs années ont montré que l'écimage des cotonniers permet de réduire significativement l'incidence de plusieurs insectes ravageurs, en particulier les chenilles de la capsule (Renou *et al.* 2011). Ces effets s'étendent aux plants non écimés voisins de plants écimés. Des stratégies de protection intégrant l'écimage de cotonniers sont en cours de diffusion (Téréta *et al.* 2016). La compréhension des mécanismes de défense induite de la plante offre de nouvelles opportunités pour réduire l'utilisation de pesticides dans les programmes de protection des cultures.

GESTION AGROÉCOLOGIQUE DES RAVAGEURS

Si la gestion « intégrée » des bioagresseurs des cultures a permis une réduction significative de l'utilisation des pesticides et des impacts environnementaux associés, il n'en reste pas moins qu'elle est souvent utilisée comme une boîte à outils, de façon réactive, individuelle, ciblée sur la parcelle ou le ravageur (Brévault & Bouyer 2014). Pour Altieri & Nicholls (2004), la gestion intégrée des bioagresseurs n'est pas une approche agroécologique si elle consiste à raisonner les traitements chimiques sans réaliser les changements nécessaires de pratiques agricoles ou de système de production. L'activation des services de régulation écologique des bioagresseurs constitue une voie à explorer pour réduire la dépendance des agriculteurs aux pesticides et inventer des modèles de gestion agroécologique des systèmes de protection des cultures. Elle passe par une connaissance approfondie du « système de vie » des populations de ravageurs et de leurs ennemis naturels (Kennedy & Storer 2000), de leurs interactions au sein des agroécosystèmes (réseaux trophiques) et la prise en compte de l'effet des pratiques agricoles et de l'ensemble des habitats cultivés et non cultivés dans la dynamique de leurs populations. Elle passe aussi par un renforcement des systèmes d'apprentissage des producteurs (*e.g.* champs-écoles), basés sur une approche participative du processus d'innovation.

FAVORISER LES PROCESSUS DE RÉGULATION

La régulation des bioagresseurs est un des services écosystémiques fournis par la biodiversité (Crowder & Jabbour 2014). Cette régulation s'exerce via les ressources utilisées par les bioagresseurs dans leur habitat (régulation *bottom-up*) et via les ennemis naturels (régulation *top-down*) tels que prédateurs, parasitoïdes et pathogènes (Fig. 2).

Au niveau du champ cultivé, les produits de biocontrôle comme les macroorganismes (prédateurs et parasitoïdes), microorganismes entomopathogènes (champignons, bactéries, virus), médiateurs chimiques et autres attractifs/répulsifs naturels, ou substances naturelles (extraits de plantes, éliciteurs naturels), mais aussi les pratiques agricoles comprenant le choix variétal et la diversification du peuplement végétal (*e.g.* plantes de services, bandes fleuries, couverts végétaux, rotations) (Ratnadass *et al.* 2012), constituent des leviers d'action mobilisables par l'agriculteur pour opposer des barrières physiques ou chimiques aux bioagresseurs, stimuler les mécanismes de défense ou de compensation de la culture ou encore favoriser le recrutement d'ennemis naturels. Il convient toutefois de prendre en compte le contexte paysager pour identifier les leviers d'action adaptés au système de culture, car les processus de dispersion des ravageurs et de leurs ennemis naturels sont fonction des habitats adjacents et des caractéristiques du paysage environnant (Schellhorn *et al.* 2015). En outre, on observe une variabilité importante de l'effet des pratiques sur la régulation naturelle, du fait d'une interaction forte avec l'environnement paysager (présence d'habitats semi-naturels, traitements insecticides sur les parcelles alentours, *etc.*) de la parcelle (Tscharrntke *et al.* 2012).

Au niveau du paysage, l'arrangement spatial des cultures peut retarder leur colonisation par les bioagresseurs, tandis que les éléments de végétation semi-naturelle (arbres, haies, parcs, forêts, *etc.*) peuvent constituer des habitats qui fournissent des ressources (proies ou hôtes alternatifs, pollen, nectar, refuges) pour différents ennemis naturels et donc servir de support à la régulation écologique des insectes ravageurs des cultures (Rusch *et al.* 2010). De manière générale, la régulation écologique des bioagresseurs augmente avec la complexité du paysage (Veres *et al.* 2013). L'aménagement ou la conservation de ces habitats semi-naturels dans le paysage sont donc fondamentaux pour la mise en œuvre des stratégies de lutte biologique par conservation. La notion de service écosystémique aborde ici la question des alternatives aux pesticides non pas par l'agronomie comme c'est le cas pour la lutte intégrée, l'agroécologie ou l'agriculture biologique, mais par une analyse du fonctionnement des écosystèmes en lien avec la durabilité des systèmes de production agricole.

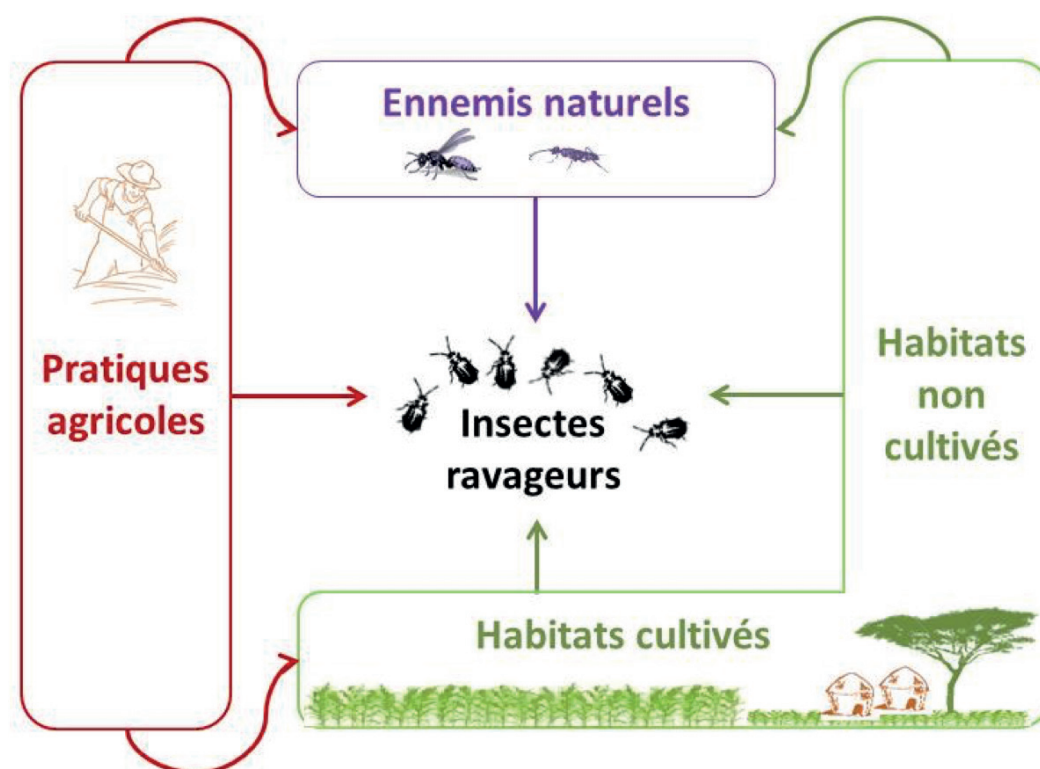


Figure 2. Leviers de régulation des populations d'insectes ravageurs des cultures (d'après Brévault et al. 2015).

COMPOSER LES ACTIONS ET LES ÉCHELLES

Le paysage, en interaction constante avec les processus écologiques qui s'y déroulent, est la résultante de la dynamique du milieu et de la société qui s'y est développée. De par sa structure et sa composition (mosaïque d'habitats), il influence la dispersion et la dynamique des populations des ravageurs et de leurs ennemis naturels. Il est sans doute le niveau d'analyse approprié pour une approche holistique de l'action, considérant les pratiques individuelles et collectives en matière de lutte contre les bioagresseurs, leur efficacité et leurs externalités, dans la perspective d'une gestion durable de la production.

La démarche que nous proposons pour une gestion agroécologique des bioagresseurs consiste à composer (i) l'action individuelle sur le milieu au travers des pratiques et des innovations techniques compatibles avec les processus de régulation écologique et (ii) l'action collective sur un territoire au travers d'une gestion coordonnée des ravageurs (gestion territoriale des ravageurs ou *area-wide pest management*) ou d'aménagement des habitats pour favoriser les processus de régulation par les ennemis naturels (gestion paysagère des ravageurs et de leurs ennemis naturels). La gestion paysagère intègre, en plus de la dimension territoriale, l'hétérogénéité du

paysage. Cette démarche implique un changement fondamental des contours de l'action, d'une approche individuelle à l'échelle de la parcelle à une organisation territorialisée de stratégies de lutte et de gestion des services écosystémiques, incluant des dimensions écologiques, économiques et sociales (Cong *et al.* 2014).

Des études sur l'impact du coton Bt ont montré que sa culture intensive dans le Nord de la Chine permettait de contrôler non seulement *H. armigera* et *P. gossypiella* mais réduisait également sa présence sur d'autres cultures hôtes (effet de halo) ou sur le coton non-Bt, respectivement, diminuant ainsi l'utilisation d'insecticides dans la région (Wu *et al.* 2008, Wan *et al.* 2012). Tabashnik *et al.* (2010) rapportent que le lâcher à grande échelle de mâles stériles pendant quatre ans en Arizona a permis de limiter l'évolution de la résistance du ver rose de la capsule au coton Bt et, en association avec d'autres méthodes (coton Bt, confusion sexuelle), a réduit l'abondance du ravageur de plus de 99%. En Australie, des stratégies volontaristes incluant la rotation des matières actives et des traitements sur seuil ont été mises au point pour ralentir le développement de la résistance des chenilles de la capsule (*Helicoverpa* spp.) aux insecticides. Malgré l'adoption de ces pratiques, la résistance a continué à se développer jusqu'à ce que l'introduction du coton Bt et le plan associé de gestion de la résistance fasse passer les exploitations d'une approche individuelle à une approche coordonnée à l'échelle du paysage, tenant compte des plantes-hôtes alternatives du ravageur avant et après la culture du coton (Downes *et al.* 2017). En matière de gestion paysagère des ravageurs, des travaux de Carrière *et al.* (2006) ont montré que des arrangements des parcelles de luzerne et des jachères (sources) par rapport aux parcelles de coton, dans le temps ou dans l'espace, réduisaient significativement les dégâts de *Lygus hesperus* (Heteroptera, Miridae) sur le coton. Dans la vallée de San Joaquin en Californie, la gestion du ravageur par la conservation de bandes de luzerne non récoltées, a permis une baisse significative de l'utilisation d'insecticides, avec moins d'une application par saison (Goodell 2009). En Chine, Liu *et al.* (2016) ont montré que la diversité des paysages augmentait le parasitisme des œufs d'*H. armigera* par *Trichogramma chilonis* en culture de coton.

INTÉGRER ET FORMER LES ACTEURS

Dans les bassins de production où les agriculteurs sont confrontés à des ravageurs communs, il peut être intéressant pour eux de coordonner leur action à l'échelle régionale. On peut citer ici, comme exemple de coordination à l'échelle d'un territoire, la mise en place d'un programme de gestion de la résistance d'*H. armigera* aux pyréthrinoides en culture cotonnière en Afrique de l'Ouest (Martin *et al.* 2005). Si cette initiative a été un succès pour la maîtrise de la résistance et le partage des connaissances, les producteurs maraîchers, eux aussi impactés par la résistance de ce ravageur dans les territoires concernés, n'ont pas participé à sa mise en œuvre mais ont profité de ses retombées. L'expérience de cette mise en place de gestion

concertée des ravageurs a permis d'approcher les défis d'organisation que pose une approche collective et territoriale, et la nécessité d'intégrer le maximum d'acteurs avant d'entreprendre l'action collective considérée.

L'ambition des travaux de recherche sur les systèmes agricoles et la complexité des processus d'adoption de méthodes agroécologiques doivent conduire à interagir en amont du processus d'innovation avec les acteurs des territoires concernés. Il faut que les acteurs se représentent des bénéfices, issus du paysage ou des effets de ce paysage sur les ennemis naturels, pouvant être obtenus en agissant sur celui-ci. Ensuite, il faut qu'une partie des acteurs se représente cette possibilité comme dépendante des autres acteurs. Les représentations des acteurs sont à la source de leurs actions. Comme montré par des enquêtes auprès d'arboriculteurs du Sud de la France, le paysage n'est pas toujours considéré comme une ressource pour la lutte biologique contre les ravageurs par la conservation, mais plutôt comme une source de ravageurs (Salliou & Barnaud 2017). Le succès d'une telle approche repose donc sur la perception par les acteurs d'intérêts communs à résoudre un problème partagé. Une coopération dans la gestion des ressources naturelles à l'échelle du territoire (agriculteurs, organisations paysannes, décideurs politiques, *etc.*), soutenue par des sessions de formation et la mise en place de règles de mise en œuvre des programmes de lutte ou d'aménagement du paysage favorisant les services écosystémiques, constitue le pilier de l'action.

CONCLUSION

La réduction de l'utilisation d'insecticides en culture cotonnière est une tendance irréversible. Grâce à la définition de seuils pour déclencher des traitements contre certains ravageurs, de nombreux producteurs de coton en Afrique subsaharienne sont engagés dans cette voie. Mobiliser de nouveaux leviers pour « écologiser » le contrôle des insectes ravageurs représente un enjeu stratégique pour la filière.

Le changement des pratiques, au bénéfice de la mobilisation des services de régulation écologique des bioagresseurs, constitue une voie à explorer pour inventer des modèles d'intensification écologique de la production agricole, permettant d'accroître la productivité des systèmes agricoles (produire plus) et de diminuer la dépendance des producteurs vis-à-vis des pesticides (produire mieux). Les leviers permettant de favoriser les processus de régulation naturelle des bioagresseurs sont multiples et redevables d'actions aux différentes échelles du champ cultivé au territoire, mais nécessitent encore d'approfondir notre connaissance du « système de vie » des bioagresseurs et de leurs ennemis naturels, pour construire des règles de décision tenant compte du contexte paysager. A terme, il s'agit de construire une organisation territorialisée d'actions individuelles et collectives de gestion des ravageurs et des services écosystémiques, incluant des dimensions écologiques, économiques et sociales.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALTIERI M & NICHOLLS C (2004) *Biodiversity and Pest Management in Agroecosystems*, Second Edition. CRC Press.
- ATTOUMANI-RONCEUX A, AUBERTOT JN, GUICHARD L, JOUY L, MISCHLER P, OMON B ET AL. (2010) *Guide pratique pour la conception de systèmes de culture plus économes en produits phytosanitaires. Application aux systèmes de polyculture*. Ministères chargés de l'agriculture et de l'environnement, RMT SdCi.
- BARAKA MR, BAHIRA ME, ALLA MAE, ABD ER & IMAM AI (2008) Evaluation of the number of releases of the egg parasitoid, *Trichogramma evanescens* West, in suppressing the spiny bollworm, *Earias insulana* (Boisd.) infestation in El-Farafra cotton fields, New Valley Governorate, Egypt. *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 18, 271-275.
- BARZMAN M, BARBERI P, BIRCH ANE, Boonekamp P, Dachbrodt-Saaydeh S, Graf B, Hommel B, Jensen JE, Kiss J, Kudsk P, Lamichhane JR, Messean A, Moonen A-C, Ratnadass A, Ricci P, Sarah J-L & Sattin M (2015) Eight principles of integrated pest management. *Agronomy for Sustainable Development* 35, 1199-1215.
- BRÉVAULT T, SOTI V, THIAW C & CLOUVEL P (2015) Maîtriser les paysages et les processus écologiques propres à cette échelle. In : Escadafal Richard (ed.), Masse Dominique (ed.), Chotte Jean-Luc (ed.), Scopel Eric (ed.). *L'ingénierie écologique pour une agriculture durable dans les zones arides et semi-arides d'Afrique de l'Ouest*. Montpellier : CSFD, Agropolis International, p. 46-49.
- BRÉVAULT T & BOUYER J (2014) From integrated to system-wide pest management: challenges for sustainable agriculture *Outlooks on Pest Management* 25, 212-213.
- BRÉVAULT T, COUSTON L, BERTRAND A, THÉZÉ M, NIBOUCHE S & VAISSAYRE M (2009) Sequential pegboard to support small farmers in cotton pest control decision-making in Cameroon. *Crop Protection* 28, 968-973.
- BRUCE TJ (2010) Tackling the threat to food security caused by crop pests in the new millennium. *Food Security* 2, 133-141.
- BRUCE TJA, MATTHES MC, CHAMBERLAIN K ET AL. (2008) *Cis-Jasmone induces Arabidopsis genes that affect the chemical ecology of multitrophic interactions with aphids and their parasitoids*. *Proceedings of the National Academy of Science USA* 105, 4553-4558.
- BYERS J A, & NARANJO SE (2014) Detection and monitoring of pink bollworm moths and invasive insects using pheromone traps and encounter rate models. *Journal of Applied Ecology* 51, 1041-1049.
- CARDÉ R T & MINKS AK (1995) Control of moth pests by mating disruption: successes and constraints. *Annual review of entomology* 40, 559-585.
- CARRIÈRE Y, ELLSWORTH PC, DUTILLEUL P, ELLERS KIRK C, BARKLEY V & ANTILLA L (2006) A GIS based approach for areawide pest management: the scales of *Lygus hesperus* movements to cotton from alfalfa, weeds, and cotton. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 118, 203-210.
- CONG R-G, SMITH HG, OLSSON O & BRADY M (2014) Managing ecosystem services for agriculture: Will landscape-scale management pay? *Ecological Economics* 99: 53-62.
- CROWDER D & JABBOUR L (2014) Relationships between biodiversity and biological control in agroecosystems: Current status and future challenges. *Biological Control* 75, 8-17.

- DEGUINE JP, FERRON P & RUSSELL D (2008) Sustainable pest management for cotton production. A review. *Agronomy for sustainable Development* 28, 113-137.
- DOWNES S, KRITICOS D, PARRY H ET AL. (2017) A perspective on management of *Helicoverpa armigera*: transgenic Bt cotton, IPM, and landscapes. *Pest Management Science* 73, 485-492.
- FAO (2014) Integrated Pest Management. <http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/pests/ipm/en/>. Site consulté le 11/10/2017.
- GAHUKAR RT (2000) Use of neem products/pesticides in cotton pest management. *International journal of pest management* 46, 149-160.
- GOERGEN G, KUMAR PL, SANKUNG SB, TOGOLA A & TAMÒ M (2016) First report of outbreaks of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), a new alien invasive pest in West and Central Africa. *PLoS ONE* 11(10): e0165632.
- GOODELL PB (2009) Fifty years of the integrated control concept: the role of landscape ecology in IPM in San Joaquin valley cotton. *Pest Management Science* 65, 1293-1297.
- GREGG PC, DEL SOCORRO AP & HAWES A (2004) Magnet®: An attract-and-kill formulation for *Helicoverpa armigera* and *H. punctigera* (Lepidoptera: Noctuidae) based on plant volatiles. In: The 2004 ESA Annual Meeting and Exhibition. http://esa.confex.com/esa/2004/techprogram/paper_14005.htm.
- KENNEDY GG & STORER NP (2000). Life systems of polyphagous arthropod pests in temporally unstable cropping systems. *Annual review of entomology* 45, 467-493.
- LIU B, YANG L, YANG F, WANG Q, YANG Y, LU Y & GARDINER MM (2016). Landscape diversity enhances parasitism of cotton bollworm (*Helicoverpa armigera*) eggs by *Trichogramma chilonis* in cotton. *Biological Control* 93, 15-23.
- LOPEZ LLANDRES A, ALMOHAMAD R, BRÉVAULT T, RENOU A, TÉRÉTA I, JEAN J, GOEBEL F-R (2018) Plant training for induced defense against insect pests: a promising tool for integrated pest management in cotton. *Pest Management Science (in press)*.
- LUO S, NARANJO SE & WU K (2014) Biological control of cotton pests in China. *Biological control* 68, 6-14.
- MARTIN T, OCHOU OCHOU G, DJIHINTO A, TRAORE D, TOGOLA M, VASSAL JM, VAIS-SAYRE M & FOURNIER D (2005) Controlling an insecticide resistance bollworm in West Africa. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 107, 409-411.
- MENSAH R, LEACH D, YOUNG A, WATTS N & GLENNIE P (2015) Development of *Clitoria ternatea* as a biopesticide for cotton pest management: assessment of product effect on *Helicoverpa* spp. and their natural enemies. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 154, 131-145.
- MENSAH RK, VODOUHE DS, SANFILLIPPO D, ASSOGBA G & MONDAY P (2012) Increasing organic cotton production in Benin West Africa with a supplementary food spray product to manage pests and beneficial insects. *International Journal of Pest Management* 58, 53-64.
- PARNELL FR, KING HE, RUSTON DF (1949) Insect resistance and hairiness of the cotton plant. *Bulletin of Entomological Research* 39, 539-575.
- RATNADASS A, FERNANDES P, AVELINO J & HABIB R (2012) Plant species diversity for sustainable management of crop pests and diseases in agroecosystems: a review. *Agronomy for Sustainable Development* 32, 273-303.
- RENOU A & BRÉVAULT T (2016) Ravageurs et maladies du cotonnier, et gestion intégrée des ravageurs. In : Crétenet Michel (ed.), Gourlot Jean-Paul (ed.). *Le cotonnier*. Versailles, Ed. Quae, 109-154.

- RENOU A, TÉRÉTA I & TOGOLA M (2011) *Manual topping decreases bollworm infestations in cotton cultivation in Mali*. *Crop Protection* 30, 1370-1375.
- RENOU A (1987) *Achievements in the biological control of Heliothis armigera (Hbn), a pest of the cotton crop in North Cameroon*. *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent* 52, 311-318.
- RUSCH A, VALANTIN-MORISON M, SARTHOU JP & ROGER-ESTRADE J (2010) *Biological control of insect pests in agroecosystems: effects of crop management, farming systems and semi-natural habitats at the landscape scale. A review*. *Advances in Agronomy* 109, 219-259.
- SALLIOU N. & BARNAUD C. (2017) *Landscape and biodiversity as new resources for agro-ecology? Insights from farmers' perspectives*. *Ecology and Society* 22, 16.
- SCHELLHORN NA, PARRY HR, MACEADYEN S, WANG Y & ZALUCKI MP (2015) *Connecting scales: Achieving in-field pest control from areawide and landscape ecology studies*. *Insect science* 22, 35-51
- SHOWALTER AM, HEUBERGER S, TABASHNIK BE, & CARRIÈRE Y (2009) *A primer for using transgenic insecticidal cotton in developing countries*. *Journal of Insect Science* 9, 22.
- SILVIE PJ, RENOU A, VODOUNNON S, BONNI G, ADEGNIKA MO, HÉMA O ET AL. (2013) *Threshold-based interventions for cotton pest control in West Africa: What's up 10 years later?* *Crop Protection* 43, 157-165.
- STERN VM, SMITH R, VAN DEN BOSCH R & HAGEN K (1959) *The integration of chemical and biological control of the spotted alfalfa aphid: the integrated control concept*. *California Agriculture* 29, 81-101.
- TABASHNIK BE & CARRIÈRE Y (2017) *Surge in insect resistance to transgenic crops and prospects for sustainability*. *Nature Biotechnology* 35, 926-935.
- TABASHNIK B E, SISTERTON MS, ELLSWORTH PC, DENNEHY TJ ET AL. (2010). *Suppressing resistance to Bt cotton with sterile insect releases*. *Nature biotechnology* 28, 1304.
- TÉRÉTA I, BRÉVAULT T, SISSOKO F, GOEBEL R & RENOU A (2016) *Cotton topping as a way to reduce farmer's reliance on insecticides in Mali*. *World Cotton research Cotton Conference*. Goiânia, Goiás, Brazil, May 2-6, 2016.
- TOGBE CE, HAAGSMA R, ZANNOU E, GBEHOUNOU, G, DEGUENON JM, VODOUHE S, KOSSOU D, & VANHUIS A (2015) *Field evaluation of the efficacy of neem oil (Azadirachta indica A. Juss) and Beauveria bassiana (Bals.) Vuill. in cotton production*. *Journal of Applied Entomology* 139, 217-228.
- TSCHARNTKE T, TYLLANAKIS JM, RAND TA, DIDHAM RK ET AL. (2012) *Landscape moderation of biodiversity patterns and processes - eight hypotheses*. *Biological Reviews* 87, 661-685.
- VERES A, PETTIT S, CONORD C & LAVIGNE C (2013) *Does landscape composition affect pest abundance and their control by natural enemies? A review*. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 166, 110-117.
- WAN P, HUANG Y, TABASHNIK BE, HUANG M & WU K (2012) *The halo effect: suppression of pink bollworm on non-Bt cotton by Bt cotton in China*. *PLoS ONE* 7: e42004.
- WAR AR, PAULRAJ MG, AHMAD T, BUHROO AA, HUSSAIN B, IGNACIMUTHU S & SHARMA HC (2012) *Mechanisms of plant defense against insect herbivores*. *Plant Signaling & Behavior* 7, 1306-1320.
- WU KM, LU YH, FENG HQ., JIANG YY & ZHAO JZ (2008) *Suppression of cotton bollworm in multiple crops in China in areas with Bt toxin-containing cotton*. *Science* 321, 1676-1678.

PREMIERS RETOURS D'EXPÉRIENCE DE PRODUCTEURS SUR L'ÉCIMAGE DES COTONNIERS AU MALI

TÉRÉTA Idrissa, *Institut d'Economie Rurale, Mali*

YALCOUYÉ Amagana, *Compagnie Malienne pour le Développement des Textiles, Mali*

RENOU Alain, *Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), UPR AïDA, F-34398 Montpellier, France / AIDA, Univ. Montpellier, CIRAD, Montpellier, France*

Auteur correspondant : RENOU Alain, alain.renou@cirad.fr

RÉSUMÉ :

Dans les villages où il est encore étudié, l'écimage de cotonniers est déjà pratiqué par des producteurs dans leurs propres parcelles. Pour identifier les mesures d'accompagnement nécessaires à la diffusion de l'écimage, un suivi de ces adoptions a été conduit en 2016 dans cinq villages situés dans des zones agro-écologiques différentes de la zone cotonnière malienne. Le nombre de producteurs concernés par ce suivi a été limité à 20 par village. Ce suivi consiste à (i) repérer des parcelles où des cotonniers ont été écimés, (ii) questionner leurs propriétaires, (iii) relever quelques caractéristiques de chaque parcelle (superficie, dates de semis, de levée et d'écimage et pourcentage de cotonniers écimés) et (iv) recenser (sans les évaluer) les effets observés par les producteurs. Ces écimages ont concerné 77 parcelles et près de 130 hectares répartis entre 68 producteurs qui, à 86,7%, les pratiquaient pour la première fois. Ils les ont mis en œuvre le plus souvent à la suite de conseils d'autres producteurs et en s'informant lors de visites de champs. La superficie des parcelles a varié de ¼ à 8 hectares mais pour 37,7% d'entre elles, l'écimage n'a pas concerné la totalité de la parcelle. En dehors de Kokélé, en moyenne 87,7% (50,8% - 100%) des cotonniers ont été écimés. Les écimages ont été en moyenne plus tardifs que ceux pratiqués dans les études conduites dans les mêmes villages. A l'issue de la campagne, 89,7% des producteurs estiment que l'écimage augmente le rendement, 86,8% qu'il réduit les populations de ravageurs, 75,0% qu'il améliore la qualité de la production et 73,5% qu'il réduit l'utilisation d'insecticides. En conclusion, la diffusion de l'écimage se fera en facilitant les échanges entre producteurs mais des formations sur sa date de réalisation et sur les interventions sur seuil seront nécessaires.

Mots clés : coton, Mali, écimage, adoption par les producteurs

First feedback from the implementation of cotton topping by producers in Mali

ABSTRACT:

In villages where its study is still underway, producers have already topped cotton plants inside their own plots. In order to identify accompanying measures necessary to the dissemination of cotton-topping, a monitoring of these adoptions by farmers was conducted in 2016 in five villages located in different agro-ecological zones of the Malian cotton-growing area with a maximum of 20 farmers per village. This monitoring included: (i) location of fields where cotton plants had been topped, (ii) interviews of field owners, (iii) record of some field features (area, date of sowing, seed emergence and topping and percentage of topped plants) and (iv) record of the effects noticed by farmers without their assessments. Topping was achieved in 77 fields over nearly 130 hectares distributed among 68 farmers who (for 86.7% of them) topped cotton plants for the first time. Most often, farmers were advised by other farmers and learned about topping during field visits. Field area varied from $\frac{1}{4}$ to 8 hectares, but for 37.7% of them all of the area was not involved. Except at Kokele, 87.7% (50.8% - 100%) of cotton plants were topped. Topping occurred later than those in studies carried out in the same villages. At the end of the cotton growing season, respectively 89.7%, 86.8%, 75.0% and 73.5% of producers attributed the following benefits to topping: increase of seed-cotton yield, lower pest populations, better seed-cotton quality and reduction of insecticide use. Thus, dissemination of cotton topping will be improved by facilitating contacts between farmers but training sessions on the date of implementation of this practice and threshold-based sprays should be carried out.

Key words: cotton, Mali, topping, implementation by farmers

INTRODUCTION

La culture cotonnière au Mali est soumise à plusieurs contraintes, parmi lesquelles figure celle liée à la présence de ravageurs, qui peuvent entraîner 37% de pertes de production s'ils ne sont pas contrôlés (Renou *et al.*, 2012). Leur maîtrise est essentiellement procurée par l'utilisation d'insecticides aux effets pourtant néfastes sur la santé et l'environnement. La recherche tente d'en réduire le recours par la mise au point de nouvelles stratégies de protection reposant sur des interventions sur seuil et l'écimage de cotonniers, reconnu pour son efficacité vis-à-vis des chenilles de la capsule, principaux ravageurs au Mali (Téréta, 2015 ; Renou *et al.*, 2011). Mais, alors que leur étude est encore en cours, les producteurs de certains villages ont déjà adopté l'écimage des cotonniers. Il est alors apparu important de suivre ces réalisations pour identifier les mesures d'accompagnement nécessaires à sa diffusion. Les résultats de ces suivis sont présentés dans cette communication.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Ces suivis ont été conduits en 2016 dans 5 villages (Benguéné, Kafara, Katabantankoto, Kokélé et Ziguéna) où les nouvelles stratégies de protection sont étudiées par la recherche depuis 2015. Dans chaque village, des parcelles, où des cotonniers ont été écimés, ont d'abord été repérées en cours de campagne. Ces parcelles devaient être différentes de celles consacrées aux études. Les propriétaires de ces parcelles ont ensuite été identifiés. Ces propriétaires, dont le nombre a été limité à 20 par village, ont ensuite été questionnés sur les raisons de leur adoption et sur leur connaissance des effets de l'écimage, ainsi que sur les procédures qu'ils ont mis en œuvre pour le pratiquer. Certaines caractéristiques des parcelles où des cotonniers ont été écimés (date de semis, date de levée et date d'écimage) ont été relevées et une estimation du pourcentage de cotonniers écimés a été faite par parcelle à partir de dénombrements sur 10 lignes. Après les récoltes, les effets de l'écimage observés par les propriétaires ont été recensés sans qu'il soit toutefois possible de les évaluer faute de témoin opposable.

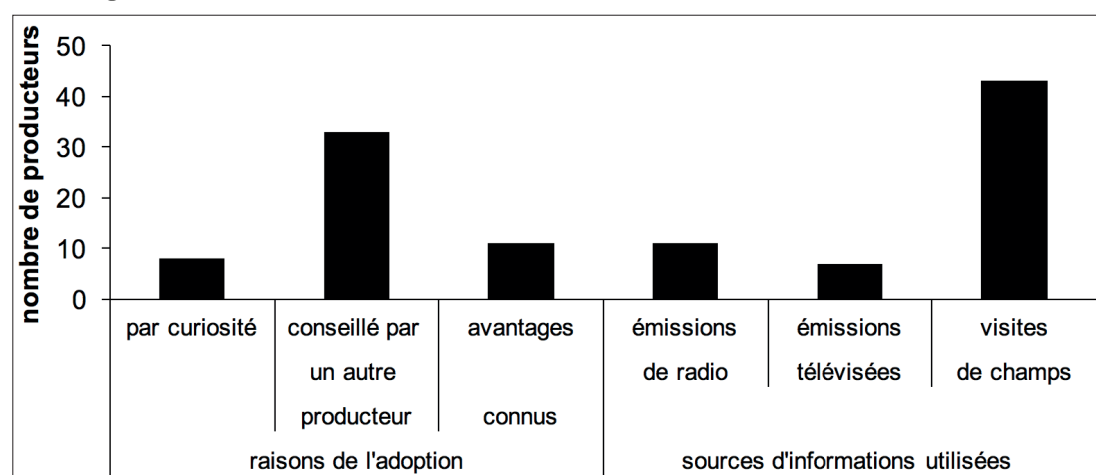
RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Les adoptions de l'écimage ont été importantes tant en nombre de producteurs l'ayant pratiqué qu'en nombre de parcelles où il fut mis en œuvre et en superficies concernées (Tableau 1). Les adoptions de l'écimage ont été plus importantes à Benguéné et à Ziguéna où l'écimage y est étudié depuis 2014 (depuis 2015 pour les autres villages). Ces écimages de cotonniers ont été pratiqués pour la première fois par une grande majorité de producteurs (Tableau 1).

Tableau 1 : *Importance des adoptions de l'écimage de cotonniers en 2016 dans des villages où il est étudié au Mali*

village	nombre de			superficies concer- nées (hectares)
	producteurs l'ayant pratiqué		parcelles concer- nées	
	au total	pour la première fois		
Benguéné	18	17	22	28,50
Kafara	12	11	12	10,00
Katabantankoto	4	3	4	3,50
Kokélé	14	13	14	14,75
Ziguéna	20	15	25	73,00
total	68	59	77	129,75

Beaucoup de producteurs n'ont pas donné de raison à leur adoption de l'écimage mais, en majorité, ils ont été conseillés par d'autres producteurs (Figure 1). Dans l'adoption de l'écimage peu de producteurs ont été motivés par la curiosité vis-à-vis de cette nouvelle pratique ou par ses avantages supposés (Figure 1). Les producteurs se sont informés à propos de l'écimage surtout lors de visites de champs et de rencontres inter-paysannes organisées par la recherche (Figure 1). Le faible rôle joué par les émissions de radio et de télévision dans l'information des producteurs présage des difficultés pour diffuser plus largement et rapidement la pratique de l'écimage.

**Figure 1 :** *Raisons de l'adoption de l'écimage et sources d'informations utilisées par les producteurs à propos de l'écimage du cotonnier en 2016 dans des villages où il est étudié au Mali*

Les parcelles où des cotonniers écimés ont été en majorité supérieures ou égales à 1 hectare mais inférieures ou égales à 2 hectares (Figure 2). Les parcelles les plus grandes ont été enregistrées à Ziguéna (8 hectares) et à Benguéné (5 hectares). Les écimages n'ont pas toujours concerné la totalité des parcelles mais ce n'est pas le cas

de la majorité des parcelles (Figure 2). Par ailleurs, mais sauf à Kokélé, les pourcentages de cotonniers écimés ont été très élevés : en moyenne 87,7% (50,8% - 100%) de plants écimés (Figure 3). A Kokélé, les cotonniers écimés étaient choisis au hasard sans règle bien précise.

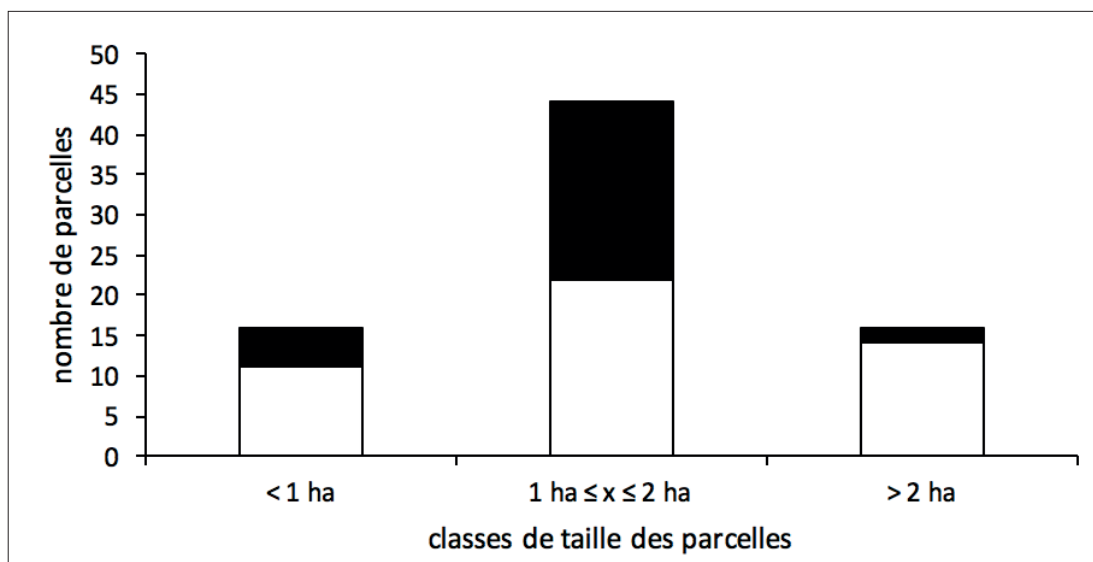


Figure 2 : Répartition des parcelles où des cotonniers ont été écimés en fonction de leurs superficies en 2016 dans des villages où il est étudié au Mali

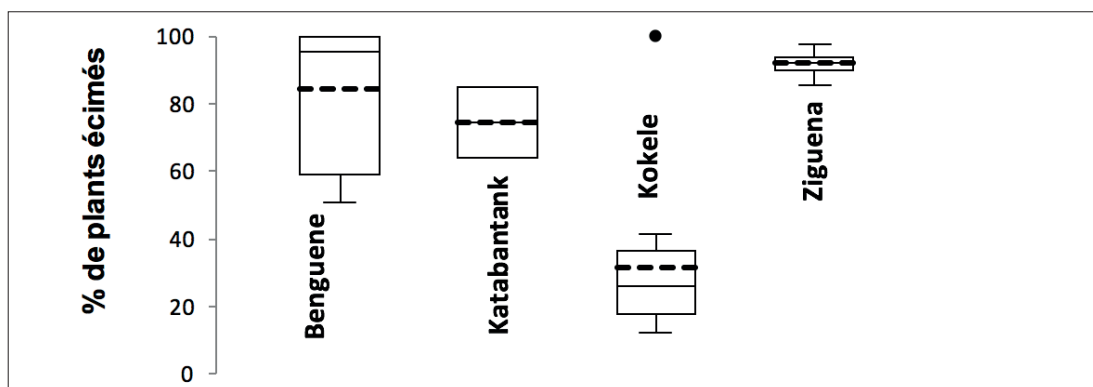


Figure 3 : Variations du pourcentage de cotonniers écimés dans les parcelles d'adoption de l'écimage en 2016 dans quatre villages où il est étudié au Mali

En moyenne sur l'ensemble des villages, les parcelles, où les producteurs ont adopté l'écimage, ont été semées plus tôt que celles des études. Il en est de même pour la levée des cotonniers (Figure 4 A). Par contre, par rapport aux levées de cotonniers, les écimages ont été pratiqués légèrement plus tard que dans les études (Figure 4 B). Les producteurs ont peut-être attendu que les écimages soient pratiqués dans les études pour les réaliser dans leurs propres parcelles.

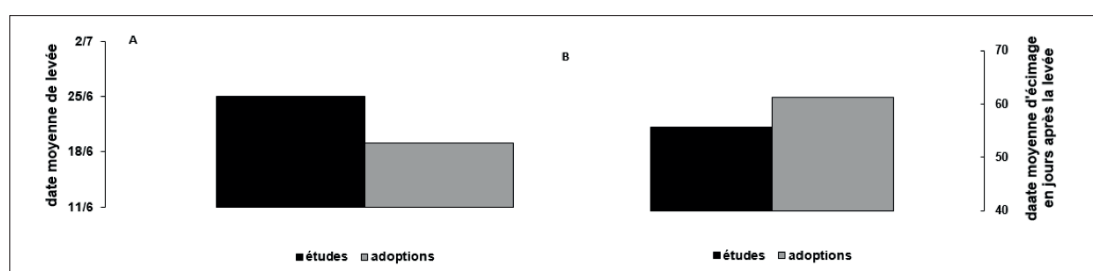


Figure 4 : Date moyenne de levée (A) et d'écimage (B) des parcelles d'adoptions comparées à celles des études de l'écimage en 2016 dans des villages où il est étudié au Mali

Avant de le pratiquer, la plupart des producteurs connaissait les principaux avantages de l'écimage des cotonniers à savoir : une augmentation de la production, une diminution des populations de ravageurs, une amélioration de la qualité de la production et une réduction de l'utilisation d'insecticides (Figure 5). A l'issue de la campagne, ils sont plus nombreux à les constater mais cette augmentation est faible pour la réduction de l'utilisation d'insecticides. La conservation de leurs pratiques habituelles de traitement pourrait en être responsable.

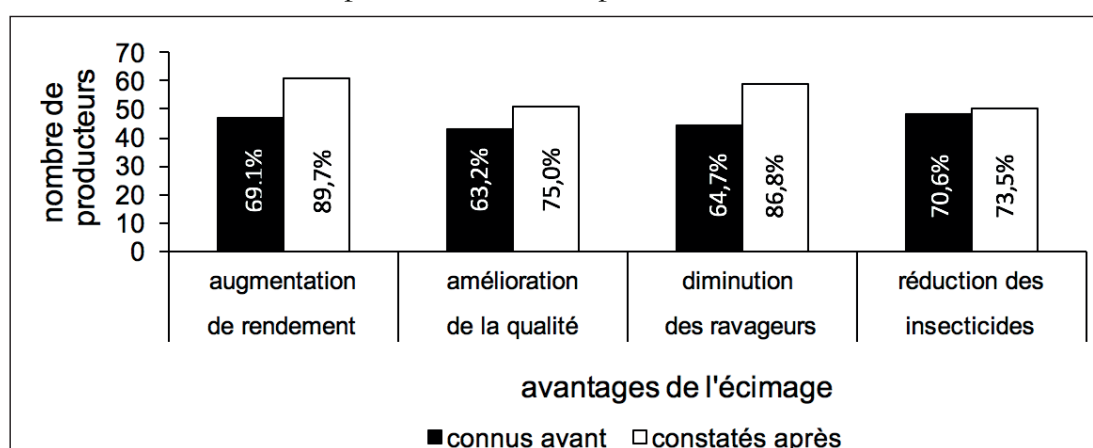


Figure 5 : Nombre et pourcentage de producteurs attribuant certains avantages à l'écimage avant et après l'avoir pratiqué en 2016 dans des villages où il est étudié au Mali

CONCLUSION

Ce premier suivi des adoptions de l'écimage de cotonniers par des producteurs met en évidence quelques mesures d'accompagnement pour sa diffusion. Il faut favoriser les contacts entre producteurs pour diffuser l'écimage mais des brochures imagées décrivant la pratique et ses avantages en langue bamanan kan pourraient compléter cette première mesure. Une formation des producteurs semble également nécessaire, en particulier pour les aider à bien fixer la date de l'écimage et pour les initier aux traitements sur seuil, afin de réaliser plus d'économies d'insecticides.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- RENOU, A., TÉRÉTA, I., TOGOLA, M. BRÉVAULT, T. 2012. *First steps towards « green » cotton in Mali. 2012. Outlooks on Pest Management. August 2012, 173-176*
- RENOU, A., TÉRÉTA, I., TOGOLA, M. 2011. *Manual topping decreases bollworm infestations in Mali. Crop Protection. 30, 1370-1375.*
- TÉRÉTA, I. 2015. *Contribution aux études pour l'évolution de la protection phytosanitaire en culture cotonnière au Mali: effets de l'écimage sur les infestations en chenilles de la capsule. Thèse de doctorat à l'Université des Sciences, des techniques et des Technologies de Bamako. 169 pp*

PERCEPTION DE LA TECHNIQUE DE L'ÉCIMAGE DU COTONNIER PAR LES PRODUCTEURS DES VILLAGES DE KAFARA ET ZIGUÉNA AU MALI.

DIARRA Mama, IER, Bamako, Mali, mama80baba@yahoo.fr

HAVARD Michel, Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), UMR Innovation, CIRAD, F-34398 Montpellier, France / Innovation, Univ. Montpellier, CIRAD, Montpellier, France, michel.bavard@cirad.fr

SOUMARÉ Mammy, IER, Université des Sciences Sociales et de Gestion, Bamako, Mali, soumare_mammy@hotmail.com

Auteur correspondant : DIARRA Mama, IER, Bamako, Mali, mama80baba@yahoo.fr

RÉSUMÉ

Au Mali, la lutte chimique calendaire à base d'insecticide contre les ravageurs du cotonnier, technique la plus utilisée, s'effectue avec environ six traitements, et son efficacité est régulièrement remise en cause. Des alternatives à la lutte chimique visant à réduire les quantités de pesticides sont diffusées, d'autres comme l'écimage du cotonnier sont en cours d'expérimentation. Cette étude visait à comprendre et analyser la perception de la technique de l'écimage du cotonnier par des producteurs. Elle a été conduite dans quatre villages de la zone cotonnière, à l'aide de *focus groups* d'hommes et de femmes et d'entretiens avec des producteurs ayant pratiqué ou non l'écimage. Pour les producteurs, les avantages de la technique de l'écimage du cotonnier sont sa facilité de mise en œuvre, la réduction du coût des pesticides, la possibilité d'obtenir un bon rendement, la protection de la santé humaine, *etc.* Cependant, certains producteurs n'ayant pas pratiqué l'écimage doutent de son efficacité et mettent en avant la pénibilité du travail et le besoin de main d'œuvre pour sa mise en œuvre. L'accompagnement rapproché des producteurs par les techniciens des villages et les visites inter paysannes ont été déterminants dans l'application de l'écimage du cotonnier. Des partenariats avec les sociétés cotonnières et les organisations paysannes et la formation de leurs agents sur l'écimage sont indispensables pour une diffusion et une adoption de l'écimage à une plus grande échelle. Une étude plus étendue sur l'écimage en zone cotonnière au Mali s'avère nécessaire pour valider les résultats obtenus et les propositions de cette étude.

Mots clés: Perception, écimage, cotonnier, villages, Mali.

ABSTRACT

In Mali, the most widely used technique is the chemical control of insecticide against cotton pests, with about six treatments, and its effectiveness is regularly called into question. Alternatives to the chemical control to reduce the quantities of pesticides are disseminated, others being experimented as the cotton plant topping. The aim of this study was to understand and analyze the perception of the technique of cotton plant topping by producers. It was conducted in four villages in the cotton zone, with the help of focus groups of men and women, and interviews with producers who did the cotton plant topping and others did not. For producers, the advantages of the cotton plant topping technique are its ease of implementation, the reduction of the cost of pesticides, the possibility of obtaining a good yield, the protection of human health, etc. However, some producers who have not practiced the cotton plant topping doubt its effectiveness, and highlight the hardness of work and the need for manpower for its implementation. The close support of the producers by the village technicians and the inter-farm visits were decisive in the application of the cotton plant topping. Partnerships with cotton companies and farmers' organizations and the training of their agents on the topping are essential for dissemination and adoption of the cotton plant topping on a larger scale. A more extensive study on the cotton plant topping in the cotton zone in Mali is necessary to validate the results obtained, and the proposals of this study.

Key words: Perception, Cotton topping, Cotton plant, Villages, Mali.

INTRODUCTION

L'agriculture, moteur de l'économie malienne, occupe plus de 75% de la population active, contribue pour 44 % au produit intérieur brut (PIB) et à 15% de la valeur des exportations (<http://afribonemali.net>). En effet, le coton représente 62% des exportations agricoles du pays (Hussein *et al.* 2005). Une production record de 645 000 tonnes de coton-graine, pour un prix garanti aux producteurs de 250 F CFA/kg, a été enregistrée en 2016/2017 (<http://malinet.com>). Les avantages économiques et sociaux liés à la culture du coton ne doivent pas cacher des contraintes importantes : le climat (pluviométrie aléatoire et inégalement répartie dans le temps et l'espace), le difficile accès aux intrants (engrais minéraux, herbicides, insecticides, *etc.*) et aux équipements agricoles, la baisse de la fertilité des sols et l'effet des ravageurs sur le cotonnier (Centre Agro-Entreprise, 2001 ; Guibert *et al.*, 2007). Face à la forte pression parasitaire qui peut occasionner des dégâts importants sur la production cotonnière, la lutte chimique (traitement calendaire) consiste à faire plusieurs traitements tout au long du cycle de la production de la culture. L'utilisation de pesticides présente des risques pour la santé des agriculteurs, mais aussi pour l'ensemble de la population d'insectes. De plus, les ravageurs acquièrent des résistances aux pesticides employés qui doivent de ce fait régulièrement être changés pour maintenir leur efficacité (Brévault *et al.*, 2007 ; CNEV, 2014 ; Haubruge et Amichot, 1998). Des alternatives à la lutte chimique visant la réduction du nombre de traitements sont diffusées depuis quelques décennies, mais peu adoptées : le traitement sur seuil (TS), la lutte étagée ciblée (LEC), la culture biologique (CB), *etc.* D'autres alternatives comme l'écimage du cotonnier sont en cours d'étude depuis une dizaine d'année. L'écimage a été introduit depuis plus de 40 ans dans la zone cotonnière pour améliorer les rendements, mais n'a pas diffusé, car il augmentait la quantité de travail sans augmentation perceptible des rendements par les producteurs. Il consiste à couper la partie la plus haute d'un plant (le bourgeon terminal de la tige principale) au soixante cinquième jour de son cycle végétatif pour le protéger contre les agressions (Renou *et al.*, 2012 ; Nonfon et Hinvi, 2014). Il est réalisé manuellement en pinçant les tissus tendres du bourgeon terminal d'un cotonnier entre les 3^{ème} et 4^{ème} feuilles terminales en partant du sommet du plant et en le sectionnant par pression et torsion. Il permet de réduire le nombre de traitements chimiques après sa réalisation. L'écimage du cotonnier est testé depuis 2014 dans les villages du volet Recherche/Développement (R/D) du PASE II « *projet d'Appui à l'Amélioration de la Gouvernance de la filière coton dans sa nouvelle configuration institutionnelle et à la productivité et à la durabilité des Systèmes d'Exploitation en zone cotonnière* ».

Au bout de trois ans de travaux, de nombreux producteurs se sont mis spontanément à pratiquer l'écimage du cotonnier, dans les villages de R/D et dans les villages voisins. D'où le questionnement sur les raisons et les indicateurs des producteurs

qui les amènent à pratiquer l'écimage du cotonnier et plus généralement à l'étude des innovations spontanées des agriculteurs. L'objectif de cette étude vise à comprendre et analyser la perception de la technique de l'écimage du cotonnier par les producteurs.

Cette communication décrit la méthodologie de l'étude, puis présente les caractéristiques des exploitations agricoles, la place du coton et la pratique de l'écimage du cotonnier dans ces exploitations agricoles. Ensuite, elle discute les indicateurs de la perception des producteurs de l'écimage et conclue sur des propositions pour favoriser la diffusion de l'écimage du cotonnier.

MÉTHODOLOGIE

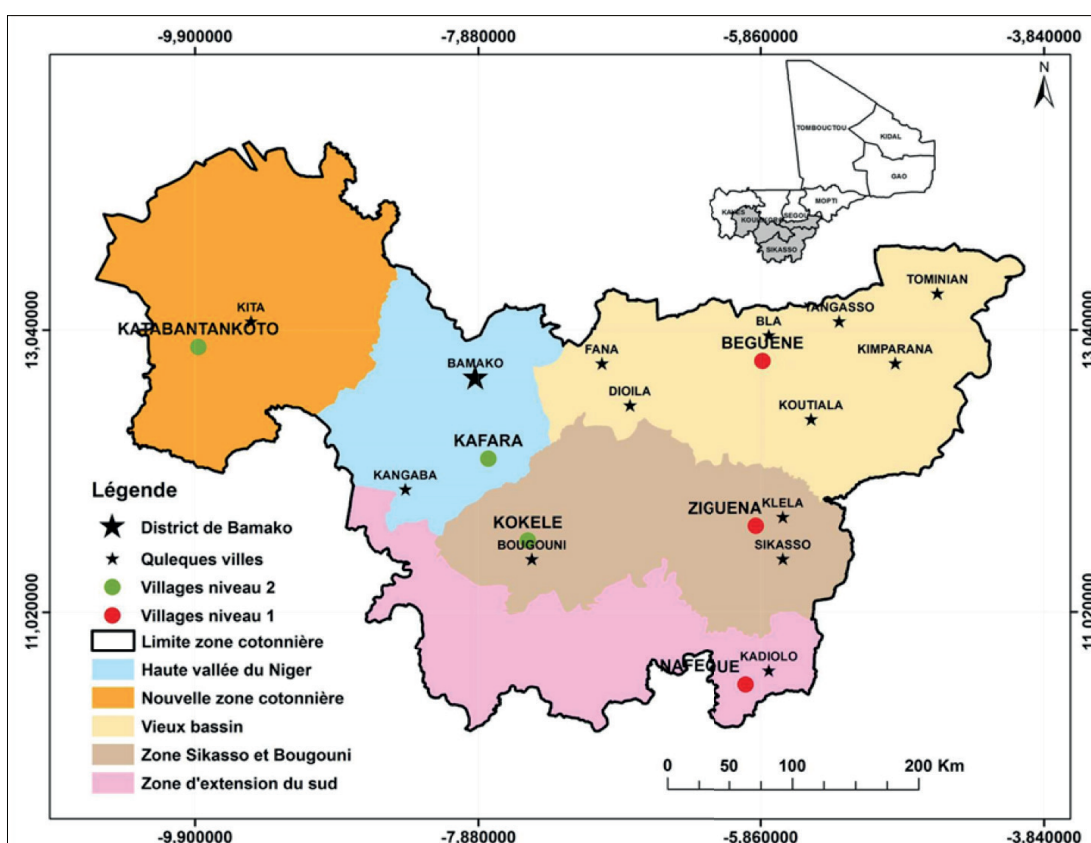
Cette étude est réalisée à l'aide d'indicateurs de la perception qui sont des éléments ou des signes à travers lesquels la cause de l'acceptation ou du rejet d'une idée, d'un projet, *etc.* par un individu ou un groupe d'individus peut être comprise (Couty *et al.*, 1983). La perception étant définie comme un jugement porté par un utilisateur sur la technologie proposée et sur la manière de la mettre en œuvre.

Dans le cas de cette étude sur l'écimage du cotonnier, la perception des producteurs a été appréhendée à l'aide d'indicateurs identifiés par l'équipe de recherche et par les producteurs lors des études de terrain, en s'appuyant sur les résultats et acquis de la recherche. L'écimage réduit la dimension végétative, limite les risques de chute d'organes fructifères (capsules, fleurs), favorise la précocité de production, augmente la production, à travers une meilleure rétention des organes fructifères, ainsi que le poids moyen des capsules et provoque la diminution de la population des ravageurs (Renou *et al.*, 2012). Les principales contraintes à l'écimage du cotonnier sont : le besoin de main d'œuvre par rapport à la culture de coton non écimé, le coût de la main d'œuvre salariée et le temps de réalisation.

ECHANTILLONNAGE ET COLLECTE DES DONNÉES

La zone cotonnière du Mali est située entre les isohyètes 700 mm au nord, 1 400 mm au sud. Le climat est de type pré guinéen à l'extrême sud notamment dans les régions australes de Sikasso et Koulikoro (Kadiolo, Kolondieba, Kita sud, *etc.*), il est soudano sahélien au nord dans la région de Ségou (San, Bla, *etc.*), dans la partie nord de la région de Sikasso (Yorosso, Koutiala, Kouri, *etc.*) et de Koulikoro (Fana, Kati, Kita nord, *etc.*).

Les villages d'intervention du volet R/D du PASE II ont été choisis en partenariat avec les sociétés cotonnières selon l'axe nord-sud pour le niveau 1 (3 villages) et est-ouest pour le niveau 2 (Figure 1). En effet, ces axes sont corrélés à la diversité des systèmes de production (Soumaré, 2008). Deux villages (Kafara et Ziguéna) ont été choisis pour ce travail, car les études sur l'écimage y sont menées depuis le début du projet.



Source : Soumaré, 2008, avec localisation des villages du volet R/D du PASE II

Figure 1. La zone cotonnière du Mali.

Dans ces deux villages, les cultures de coton et de céréales (maïs, mil, sorgho) et l'élevage des bovins, des ovins, des caprins et de la volaille sont développés. Le village de Kafara est situé dans la zone de l'organisation de la haute vallée du Niger (OHVN) avec une pluviométrie moyenne annuelle de 700 à 1 100 mm. Le village de Ziguéna est situé dans la zone de la compagnie malienne de développement des textiles (CMDT) de Sikasso-Bougouni avec une pluviométrie moyenne annuelle de 1 000 mm. La culture de la pomme de terre y est présente.

Pour identifier les indicateurs de la perception des producteurs, plusieurs types d'entretiens ont été réalisés :

- En focus groups (6 à 12 personnes) avec des hommes et des femmes dans des groupes distincts dans les deux villages (Kafara et Ziguéna) et dans deux villages situés dans un rayon de vingt kilomètres de Kafara (Falan) et de Ziguéna (Doumanaba) non couverts par les activités du volet R/D ; les entretiens ont porté sur leur connaissance de l'écimage du cotonnier (Depuis quand le connaissent-ils ? Qui les a informés ? Ce qu'ils en pensent ?) et sur la main d'œuvre nécessaire pour le réaliser (Qui pratique l'écimage du cotonnier ? Combien de temps cela prend ?).

- Individuellement avec des personnes ressources : les Présidents des Sociétés Coopératives des Producteurs de Coton, les techniciens de terrain et les agents d'encadrement de la CMDT, de l'OHVN, de l'institut d'économie rurale (IER).
- Individuellement avec des producteurs dans les villages de Kafara et Ziguéna : 20 expérimentateurs de l'écimage du cotonnier avec les chercheurs du volet R/D et 20 non expérimentateurs de l'écimage, soit 30% des producteurs de Ziguéna et 28% de ceux de Kafara ; les entretiens ont porté sur les caractéristiques de structure de leurs exploitations, sur leurs pratiques en terme d'itinéraires techniques pour les principales cultures et de lutte contre les ravageurs du cotonnier (lutte chimique, traitement sur seuil, écimage) et, pour ceux qui ont pratiqué l'écimage, sur les indicateurs (agronomiques, économiques, sociaux et environnementaux) de la perception du producteur.

ANALYSE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

Les données quantitatives des entretiens individuels auprès des producteurs ont été analysées avec des statistiques descriptives (somme, moyennes, pourcentages) à l'aide du tableur Excel et du logiciel SPSS. Ces données ont permis de caractériser la place et l'importance du coton, la mobilisation de la main d'œuvre et des équipements entre les cultures et les activités au sein des exploitations agricoles de l'échantillon.

Les données qualitatives et les entretiens en *focus groups* ont été enregistrés avec un dictaphone, puis retranscrites en verbatim après écoute, synthétisées et analysées.

Ces entretiens ont permis d'apprécier l'importance accordée par les producteurs aux différentes opérations en termes de qualité du travail, de respect du calendrier, d'affectation de la main d'œuvre, *etc.*, mais aussi d'identifier les indicateurs (agronomiques, économiques, sociaux et environnementaux) de l'écimage du cotonnier perçus par les producteurs.

RÉSULTATS

CARACTÉRISTIQUES DES EXPLOITATIONS AGRICOLES DE L'ÉCHANTILLON (2015/2016)

La totalité des chefs d'exploitation de l'échantillon sont des hommes parmi lesquels deux tiers ont plus de 45 ans, moins de 20% ont été jusqu'au primaire à l'école et un peu plus de la moitié sont des polygames. Les exploitations comptent en moyenne 18 personnes, dont 7 actifs parmi lesquels la moitié de femmes. Le nombre d'actifs familiaux est important pour la réalisation des travaux agricoles et en particulier pour réaliser l'écimage du cotonnier. Cette opération est généralement réalisée par

des femmes et des enfants scolarisés (3 en moyenne par exploitation).

La superficie moyenne cultivée par exploitation est de 15 ha, dont 45% de coton, 23% de maïs, 18% de sorgho, 3% de mil, 7% de niébé, 3% de riz, et 1% d'arachide. Toutes les exploitations cultivent le coton en monoculture, car l'association d'autres cultures au coton n'est pas possible à cause de l'utilisation d'herbicides et d'insecticides, et utilisent les fumures minérales NPK (145 kg/ha) et urée (50 kg/ha).

Toutes les exploitations agricoles de l'échantillon possèdent la traction animale pour les travaux du sol, les semis, les travaux d'entretien des cultures (sarclage, buttage) et les transports. Seuls trois producteurs sur les quarante possèdent un tracteur qu'ils utilisent aussi pour réaliser des prestations de service en travail du sol chez d'autres agriculteurs.

Le pourcentage d'exploitations utilisant les insecticides est de 98%, de 90% pour la fumure organique, de 80% pour le désherbage mécanique (sarclage ou buttage) en traction animale, de 65% pour les herbicides totaux, de 56% pour les herbicides sélectifs et de 52% pour le semis mécanique en traction animale sur coton. Les producteurs pratiquent la lutte chimique calendaire contre les insectes ravageurs du cotonnier, généralement avec six traitements. Ils savent identifier les attaques des ravageurs : perforation des capsules, des fleurs, des feuilles.

Selon les producteurs, le coton occupe la première place dans les revenus de deux tiers des exploitations agricoles, la seconde place dans 30% des exploitations agricoles.

En dehors des productions végétales, les exploitations agricoles tirent des revenus de l'élevage, du commerce, de l'artisanat. Moins de 10% des exploitations mène d'autres activités comme la cueillette, la transformation des produits, le maraichage, la boucherie, *etc.*

PRATIQUE DE L'ÉCIMAGE DU COTONNIER DANS LES EXPLOITATIONS AGRICOLES DE L'ÉCHANTILLON

Des discussions en *focus groups*, il ressort que l'écimage du cotonnier avait été introduit il y a une quarantaine d'années à Kafara et Kalan par les migrants pour améliorer le rendement. Il était pratiqué à la main, au bâton, avec une branche de taille moyenne, accidentellement par les bœufs en divagation ou lors des travaux de buttage et de sarclage. Selon les producteurs, l'écimage du cotonnier permettait de stimuler l'augmentation de sa production due à une augmentation des branches fructifères. Mais l'écimage n'a pas été adopté car il demandait un travail supplémentaire jugé trop pénible. Et les producteurs ne connaissaient pas ses effets sur les ravageurs.

Les *focus groups* des femmes étaient composés de celles qui pratiquent l'écimage du cotonnier qu'elles jugent facile à réaliser. Elles ont apprécié la technique de l'écimage.

mage à 100% des plants de cotonnier jugé complet et efficace. Elles ont cependant émis des doutes sur l'efficacité de l'écimage de 20% des plants de cotonnier tant pour la lutte contre les ravageurs que pour l'amélioration du rendement. Pour les femmes, ce sont les chefs d'exploitation qui vont décider ou non de continuer l'écimage du cotonnier.

Les entretiens individuels avec les producteurs révèlent que 35 sur les 40 interviewés ont été informés et formés à la technique de l'écimage par le volet R/D du PASE II, deux par l'OHVN, deux ont perçu les effets de l'écimage sur la croissance de la plante après que les animaux aient brouté la cime des cotonniers lors des sarclages et buttages, et un a été informé par un autre producteur. Selon les producteurs de l'échantillon, les avantages de l'écimage sont principalement une augmentation du revenu, un coût abordable et l'efficacité contre les ravageurs (Tableau 1). Ils estiment que la pratique de l'écimage est facile pour les femmes puisqu'elle n'est pas trop physique, mais elle représente un travail supplémentaire et technique nécessitant l'observation des règles (respect scrupuleux de la date d'écimage, de la partie à écimer). L'économie des pesticides permise par l'écimage est mise en avant, avec des effets positifs sur la santé humaine. Des producteurs choisis dans l'échantillon déclarent que la mise en œuvre de l'écimage est difficile et que la technologie est inefficace.

Tableau 1 : *Avantages de l'écimage perçus par les producteurs de l'échantillon*

Réponses producteurs	% des Exploitations agricoles
Augmentation du revenu	63
Coût abordable	55
Efficacité contre les ravageurs	53
Augmentation du rendement	10
Gain de temps	9,5
Santé humaine	9,5
Adoption facile	5
Disponibilité de la main d'œuvre	2,1
Sans avis	18

Source : Diarra, 2016.

Les indicateurs de perception de l'écimage du cotonnier par les différents *focus groups* portent sur les éléments suivant de la conduite de la culture cotonnière : la maîtrise et la faisabilité de la technique de l'écimage, ses effets sur la plante, sur la santé humaine et animale, sur l'environnement, sur le travail au sein de l'exploitation et ses résultats sur les coûts de production (Tableau 2).

Tableau 2. Perception de la technique de l'écimage du cotonnier lors des focus groups.

	Critères/indicateurs	Favorables/positifs	Défavorables/négatifs
Technique de l'écimage	Information et connaissance de la technique	PASE II (aspect lutte anti ravageur) pour des expérimentateurs	Peu d'information et de connaissance des non expérimentateurs des effets sur les ravageurs.
	Ecimage (10 jrs après apparition des premières fleurs)	Période maîtrisée par les expérimentateurs	Période non maîtrisée 1-2 mois après l'apparition des premières fleurs
	Continuation de la technique	Volonté de continuer l'écimage : rendement élevé, réduction coût pesticides, disponibilité main d'œuvre, etc.	Arrêt. Manque d'intérêt car forte technicité, demande de main d'œuvre, de la concurrence avec d'autres travaux.
	Canal d'information	Visites inter paysannes	Aucun
	Raisons de la pratique	Efficacité contre les ravageurs	Pas de connaissance de l'efficacité contre les ravageurs
	Application de la technique	Maîtrise par les paysans expérimentateurs des techniques de 20 et 100 % des pieds écimés.	Pratique hasardeuse par de nombreux producteurs. Technique du tronçon plus difficile à appliquer
	Appréciation globale de la technique	Bonne par la majorité des producteurs informés	Pas d'avis pour les producteurs pas ou peu informés
Plante	Hauteur	Hauteur réduite: 100% des producteurs ayant écimés Hauteur uniforme plant facilite traitement pulvérisateur	Chute des capsules
	Végétation	Forte ramification de branches fructifères	Encombrement des sillons pour le passage des producteurs et risque de casse ou de chute des branches fructifères
	Capsules	Grosses et nombreuses capsules des plants écimés	Plus de poids capsules engendre casse et chute des branches
	Rendement	Augmentation du rendement	Pas d'augmentation des rendements
	Dimension de la fibre	Grande	
	Brillance de la fibre	Eclatante pour les cotonniers écimés	
Travail	Traitement	Diminution du nombre de traitement	
	Travail	Facile à réaliser par les femmes	Concurrence avec travaux autres cultures. Manque MO
	Récolte	Facilité car les cotonniers sont moins hauts	
Coûts	Pesticides	Economie importante en nombre de traitement et en coûts des pesticides	
	Coûts de la main d'œuvre	Limitée pour producteurs avec MO familiale et ressources financières	Frein pour producteurs manquant de ressources financières
	Revenu	Augmentation	

	Critères/indicateurs	Favorables/positifs	Défavorables/négatifs
Santé et environnement	Santé humaine et animale	Réduction de la toxicité des pesticides (moins de traitements) pour les producteurs et les animaux	Effet nocif sur les hommes, les animaux
	Protection environnementale	Réduction de la lutte chimique	

Source : Diarra, 2016

DISCUSSIONS

La place du coton dans les exploitations agricoles et les indicateurs de perception de l'écimage apparaissent comme les principaux éléments guidant le choix des agriculteurs pour la pratique de l'écimage. Les dispositifs en appui à la diffusion de cette technique sont indispensables pour sensibiliser, informer, former les producteurs et pour mettre en œuvre des expérimentations sur la technique de l'écimage en partenariat avec les producteurs et leurs organisations.

Lors des *focus groups*, les perceptions de la technique et des effets de l'écimage par les producteurs ont porté sur plusieurs points que l'on retrouve dans la majorité des travaux du volet R/D du PASE II sur l'expérimentation de la technique de l'écimage dans les mêmes villages (Renou, 2016). Tous les indicateurs n'interviennent pas de la même manière dans les choix des agriculteurs de pratiquer ou non l'écimage. Ceux montrant les avantages (efficacité contre les ravageurs, économie sur les pesticides, facile à pratiquer par les femmes, *etc.*) de l'écimage sont déterminants dans leur choix de continuer sa pratique sur le cotonnier et dans l'intérêt des villages voisins pour accueillir des expérimentations sur l'écimage du cotonnier dans les années à venir.

Le respect de la période d'écimage est un point important mis en avant par les producteurs, ce qui est en cohérence avec les résultats des travaux sur les expérimentations (Renou, 2016).

Les producteurs mentionnent des effets de l'écimage sur la plante (réduction de la hauteur, ramification du plant, grosseur et nombre élevé de capsules, éclat de la fibre du coton, *etc.*) déjà vérifiés dans les expérimentations du PASE II (Renou, 2016). Les producteurs constatent aussi des effets sur les traitements chimiques : réduction du nombre de traitements, donc de la quantité de pesticides et du coût associé. L'engouement de certains producteurs pour l'écimage est non seulement dû aux résultats agronomiques (rendement, impacts positifs sur la protection du plant) mais aussi à la présence des agents techniques de la recherche.

Le besoin de main d'œuvre pour réaliser l'écimage est différemment perçu par les producteurs. Pour ceux ayant suffisamment de main d'œuvre et/ou les moyens de payer de la main d'œuvre salariée, la pratique de l'écimage s'insère dans le calendrier

agricole et permet de réduire les coûts de production du coton. Pour ceux disposant de peu de main d'œuvre et de faibles ressources financières, mobiliser de la main d'œuvre familiale pour réaliser l'écimage à une période intense de travaux manuels (entretien des cultures) est une contrainte forte à la pratique de l'écimage et au respect des périodes favorables. Selon les producteurs, l'écimage demande plus de temps (3 à 6 jours/hectare) que le traitement chimique (2 à 4 h/ha). Pour la majorité des producteurs, l'écimage du cotonnier n'améliore pas les rendements, seuls quelques-uns parlent d'augmentation des rendements (100 à 200 kg/ha). Pourtant, les expérimentations du PASE II montrent que l'écimage améliore le rendement en coton graine de 15,1% sur les parcelles écimées à 100% et de 9% sur celles écimées à 20% par rapport aux parcelles témoins où les traitements insecticides sont pratiqués (Renou, 2016).

La majorité des producteurs mentionnent une réduction des coûts de production sur les parcelles écimées sans pouvoir estimer précisément cette réduction liée aux économies sur les appareils de traitement et leurs consommables (piles), sur les produits insecticides avec la réduction du nombre de traitements. Cette réduction des coûts de production a été évaluée sur le dispositif expérimental où les coûts sont légèrement plus élevés que chez les producteurs (de 24 000 à 28 000 F CFA/ha) qu'avec la pratique de l'écimage : de 6 000 à 27 000 F CFA/ha à 20% et de 7 000 à 22 000 F CFA/ha à 100% (Renou, 2016).

Cette analyse met en évidence des facteurs déterminants variés dans l'appropriation de l'écimage du cotonnier par des producteurs. Ces déterminants ne dépendent pas seulement des effets de la technique sur les rendements et de la production du coton, mais aussi des ressources (humaines, économiques, *etc.*).

La perception du producteur est en lien avec la manière et le niveau de mobilisation des ressources disponibles pour la mise en œuvre de la technique de l'écimage.

Pour certains producteurs, l'écimage du cotonnier est très technique et les modalités de son application sont contraignantes, comme le respect de la date d'écimage 10 jours après l'apparition des premières fleurs soit au 65^{ème} jour après la levée (Renou et al., 2008). D'autres études (Nonfon et Hinvi, 2014) ont obtenu les mêmes résultats sur la difficulté pour les producteurs de respecter la date recommandée pour pratiquer l'écimage. En effet, certains producteurs écient entre 40 et 50 jours après les semis au lieu des 65 jours recommandés.

CONCLUSION

Cette étude sur la perception de l'écimage du cotonnier par les producteurs met en évidence différents indicateurs identifiés (agronomiques, économiques, sociaux, environnementaux) avec les producteurs : i) la maîtrise et la faisabilité technique de

l'écimage facile à mettre en œuvre par les femmes, ii) ses effets sur la plante en diminuant la chute des fleurs et des capsules, donnant des plants plus courts, s'étalant davantage et améliorant le rendement, iii) ses effets sur la santé humaine avec une moindre exposition aux pesticides, iv) ses effets sur l'environnement en réduisant l'utilisation des pesticides et la population des ravageurs, v) ses effets sur le travail au sein de l'exploitation, car c'est une technique consommatrice de main d'œuvre à une période où d'autres travaux sont à faire, et sur les coûts de production, par la réduction du poste lié aux insecticides et l'augmentation des coûts de la main d'œuvre ou des prestations collectives de travail.

Cependant, bien que des producteurs envisagent de continuer à pratiquer l'écimage, on ne peut pas encore conclure avec certitude sur l'adoption définitive de l'écimage par ces producteurs. En vue d'une diffusion et d'une adoption à plus grande échelle de l'écimage du cotonnier, il est nécessaire de multiplier les parcelles expérimentales dans de nombreux villages de la zone cotonnière mais aussi de développer des mécanismes de partenariats des divers intervenants dans le secteur (Organisations Non Gouvernementales, Organisations Paysannes, Sociétés Cotonnières, *etc.*) ainsi que des actions de sensibilisation adéquate, de communication adaptée et d'appui-conseil approprié. Enfin, une étude plus étendue sur la zone cotonnière du Mali s'avère nécessaire pour valider les résultats obtenus et les propositions de cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

- BREVAULT T., BÉYO J., NIBOUCHE S., VAYSSIÈRES M., (2003). *La résistance des insectes aux insecticides : problématique et enjeux en Afrique centrale*. In Jamin J.Y., Seiny Boukar L., Floret C. (éditeurs scientifiques). *Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis*. Actes du colloque, 27-30 mai 2002, Garoua, Cameroun. N'Djamena, Tchad, CD-ROM.
- CENTRE AGRO-ENTREPRISE (2001). *Etude pour la promotion des filières agroindustrielles, Analyse de l'état de la filière coton, Bamako, Yiriva Conseil, Volume V, 55p.*
- CENTRE NATIONAL D'EXPERTISE SUR LES VECTEURS (CNEV), (2014). *Utilisation des insecticides et gestion de la résistance*, INERA-CIRAD, 71p.
- COUTY, P., WINTER, G., (1983). *Qualitatif et Quantitatif, deux modes d'investigation complémentaires. Réflexions à partir des recherches en milieu rural africain*, Paris, ORSTOM, 95p.
- DIARRA M., 2016. *Perception des producteurs de la technique de l'écimage du cotonnier au Mali : cas des villages de Kafara et Ziguena. Mémoire de Master International en Innovation et Développement Rural. Programme Agrinovia. Université Joseph Ky Zerbo, Ouagadougou, Burkina Faso.*
- GUIBERT H., M'BLANDOUN M., OLINA J.P., (2003). *Productivité et contraintes des systèmes de culture au Nord-Cameroun*, CIRAD-Prasac, 9p.
- Haubruge E., Amichot M., (1998). *Les mécanismes responsables de la résistance aux insecticides chez les insectes et les acariens*, Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux, Belgique, 14p.
- HUSSEIN K., PERRET C., HITIMANA L. (2005). *Importance économique et sociale du coton en Afrique de l'Ouest : rôle du coton dans le développement, le commerce et les moyens d'existence. Afrique de l'Ouest, OCDE/SAH/D 556, 71 p.*
- NONFON, C.R., HINVI, J.C., (2014). *Rapport d'activité 2013, Bénin, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, 68 p.*
- RENOU A., (2016). *Rapport de recherche, campagne 2015-2016. Activités. Stratégies de protection intégrée de la culture cotonnière, 22ième session du Comité de Programme. Bamako, Mali, IER, volet R/D PASE II, 175p.*
- RENOU A., VAISSAYRE M., CRETENET M. (2008). *Agriculture biologique durable dans les savanes d'Afrique : comment maîtriser les ravageurs du cotonnier ? Montpellier, CIRAD, 1p.*
- RENOU, A., TOGOLA, M., TERETA, I., BREVAULT, T. (2012). *First steps towards "green" cotton in Mali. Outlooks on Pest Management, Mali, Faculté des Sciences et Techniques, 173-176p.*
- SOUMARÉ, M., (2008). *Dynamique et durabilité des systèmes agraires à base de coton au Mali. Université de Paris X Nanterre Ecole doctorale Milieux, Cultures et Sociétés du Passé et du Présent, Composante Espace et Société, Thèse doctorale, 373 p.*
- <http://www.afribonemali.net> consulté le 4 mars 2016
- <http://www.malinet.com> consulté le 3 janvier 2018

PROTECTION INTÉGRÉE DE LA CULTURE COTONNIÈRE AU MALI : COMBINAISON ENTRE TRAITEMENTS SUR SEUIL ET ÉCIMAGE

TÉRÉTA Idrissa, *Institut d'Économie Rurale*

YALCOUYÉ Amagana, *Compagnie Malienne pour le Développement des Textiles*

RENOU Alain, *Centre International en Recherche Agronomique pour le Développement*

Auteur correspondant : RENOU Alain, alain.renou@cirad.fr

RÉSUMÉ :

Pour réduire l'utilisation d'insecticides en culture cotonnière au Mali, deux stratégies de protection contre les insectes ravageurs ont été testées en 2015 et 2016 dans 6 villages avec 2 groupes de producteurs par village. Ces stratégies de protection comprenaient des interventions sur seuil contre les chenilles de la capsule et l'écimage de 100% ou de 20% des cotonniers. En 2015, une ou deux pratiques de gestion de l'eau et de la fertilité des sols leur étaient associées par groupe de producteurs, tandis qu'en 2016, aucune autre pratique ne leur était associée dans un des deux groupes. Le nombre de producteurs par groupe a varié de 3 à 5 en 2015 et de 4 à 5 en 2016. Chaque stratégie de protection fut appliquée sur 2 500 m² par producteur, les pratiques de protection du producteur l'étant sur 5 000 m² sans autre pratique. En 2015 comme en 2016, les deux stratégies de protection ont en moyenne réduit de plus de 60% l'utilisation d'insecticides. Elles ont aussi diminué les dégâts de ces ravageurs, mais de manière plus forte avec 100% plutôt qu'avec 20% de cotonniers écimés (respectivement de 36,5% et 24,9%) et principalement après l'écimage (réduction de 30,7% après l'écimage et de 20,9% avant l'écimage). L'intérêt de l'écimage pour la protection du cotonnier est confirmé et ses mécanismes d'action sont discutés. Enfin, avec une réduction des coûts de protection (en moyenne de 37,9%) et une augmentation du rendement (en moyenne de 14,8%), ces stratégies de protection mériteraient d'être diffusées avec ou sans pratiques de gestion de l'eau et de la fertilité des sols.

Mots clés : coton, Mali, protection intégrée, écimage, petites exploitations agricoles

ABSTRACT :

To reduce insecticide use on cotton in Mali, two pest management strategies were tested in 2015 and 2016 in 6 villages with 2 groups of farmers per village. Pest management strategies have included threshold-based sprays against bollworms and

100% or 20% of topped plants. In 2015, one or two management practices of water and of fertility of soils were associated to pest management strategies in each group of farmers, whereas in 2016 such practices were added inside one group. The number of farmers per group varied from 3 to 5 in 2015 and 4 to 5 in 2016. Each protection strategy was applied to 2 500 m² for each farmer while pest-control practices of producer were on 5 000 m² without other practice. In 2015 and 2016, both pest management strategies reduced the use of insecticides in average by more than 60%. They have also reduced pest injury but in a stronger way after than before plant topping (by 30.7% and 20.9% respectively), but also with 100% of topped plants than with 20% of topped plants (by 36.5% and 24.9% respectively). The benefit of cotton-topping for pest management is confirmed and mechanisms of action are discussed. Finally, with a reduction of pest management costs (in average by 37.9%) and a yield increase (in average by 14.8%), these pest management strategies should be disseminated with or without management practices of water and of fertility of soils.

Key words: cotton, Mali, IPM, topping, smallholders

INTRODUCTION

Partout dans le Monde, la culture cotonnière héberge de nombreux ravageurs qu'il faut contrôler pour garantir une bonne production en quantité comme en qualité (Matthews and Tunstall, 1994). Ce contrôle repose encore très largement sur l'emploi d'insecticides (de Blécourt *et al.*, 2010) dont il faut pourtant réduire l'utilisation en raison de leurs effets néfastes sur l'environnement et la santé humaine d'autant que leur efficacité est régulièrement remise en cause par des acquisitions de résistance dans les populations de ravageurs (Kranthi *et al.*, 2002). On y parvient le plus souvent, avec ou sans cotonniers génétiquement modifiés, en ne les employant que lorsque les populations de ravageurs et/ou les dégâts qu'ils provoquent les justifient. Peu d'autres voies sont mises en œuvre à grande échelle.

Cette situation générale s'applique parfaitement à la culture cotonnière au Mali. Les ravageurs y entraînent en moyenne 37% de pertes de production s'ils ne sont pas contrôlés (Renou *et al.*, 2012), certaines populations sont devenues résistantes à des insecticides (Martin *et al.*, 2000) et si presque toutes les superficies sont protégées par des insecticides certains producteurs réalisent déjà des économies d'insecticides en pratiquant des traitements sur seuil (Renou *et al.*, 2012). L'écimage des cotonniers, qui réduit les populations de chenilles de la capsule au Mali (Téréta, 2015 ; Renou *et al.*, 2011), pourrait contribuer à cette réduction de l'utilisation d'insecticides. Son association à des interventions sur seuil a alors été évaluée en milieu producteur en 2015 et 2016. Les résultats de cette étude sont présentés dans cet article.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

LES SITES DE L'ÉTUDE

Cette étude a été conduite dans 6 villages de la zone cotonnière du Mali (Benguéné, Kafara, Katabantankoto, Kokélé, Nafégué et Ziguéna) où la pluviométrie annuelle cumulée a varié de 713 mm à 1 129 mm selon les villages et les années. Les sols y sont très sableux, très pauvres en matière organique et en potassium échangeable, déficients en phosphore mais suffisamment bien pourvus en calcium et en magnésium.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Modalités étudiées et dispositif

Deux nouvelles stratégies de protection (S1 et S2) ont été comparées aux pratiques de protection des producteurs (PP) avec deux groupes de producteurs différents chaque année dans chaque village : 3 à 5 producteurs par groupe en 2015 et 4 à 5 en 2016. Avec chaque producteur chaque nouvelle stratégie de protection était appliquée sur 2 500 m² alors que les pratiques de protection du producteur l'étaient sur 5 000 m² (Figure 1).

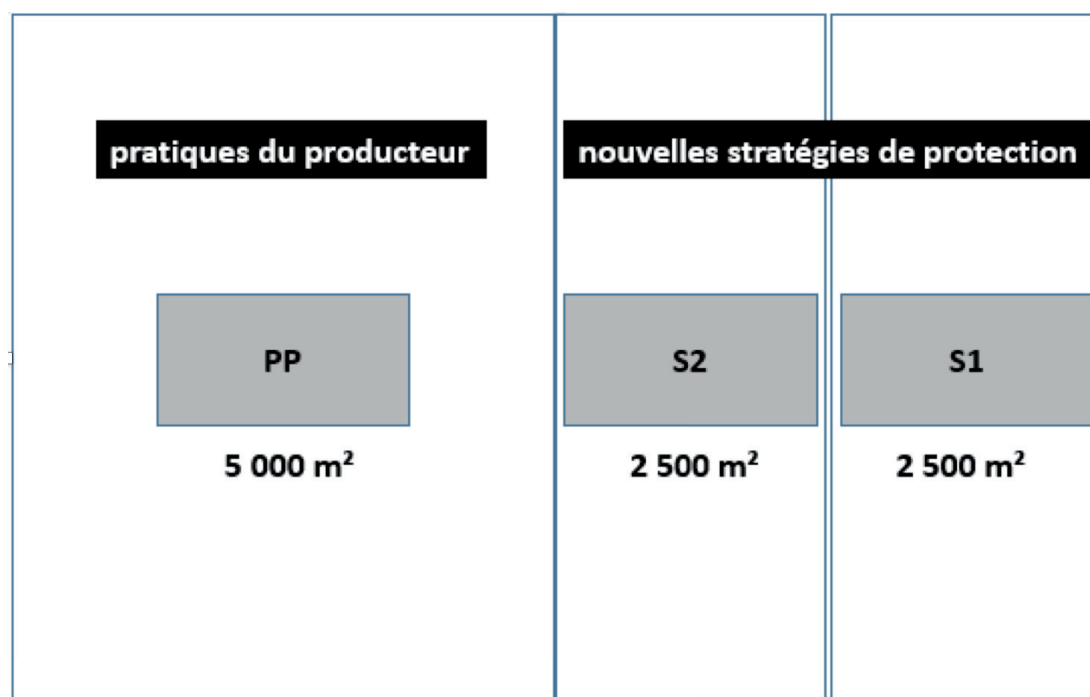


Figure 1 : *Implantation de l'étude chez un producteur*

Les nouvelles stratégies de protection comprenaient des interventions sur seuil contre les chenilles de la capsule et l'écimage de cotonniers. Par stratégie de protection, les interventions sur seuil, reposant sur l'observation hebdomadaire de plants avec des dégâts de chenilles de la capsule, ont été réalisées chaque fois que 2 échantillons de 25 plants sur 3 avaient atteint ou dépassé le seuil de 4 plants avec des dégâts de ces ravageurs. Avec la stratégie S1 tous les cotonniers étaient écimés alors que seuls 20% des cotonniers devaient être écimés sur chaque ligne avec la stratégie S2 (écimage d'un cotonnier sur chaque ligne à chaque pas effectué en avançant entre deux lignes). Les écimages manuels (Figure 2) devaient être pratiqués 10 jours après l'apparition de la première fleur.

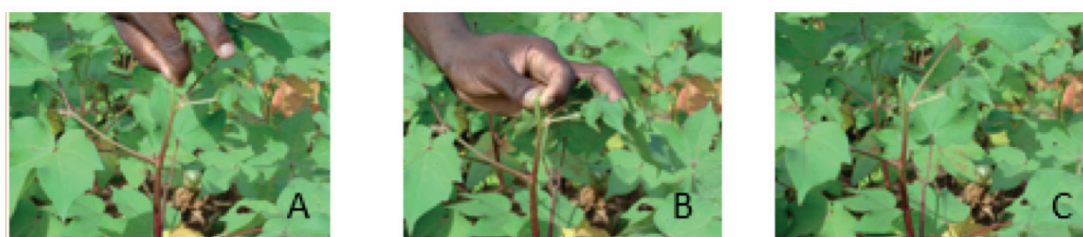


Figure 2 : *Ecimage d'un cotonnier commençant par (A) le pincement de la tige principale à son sommet, suivi de (B) sa section par écrasement et torsion pour avoir (C) un cotonnier écimé (source Renou Alain)*

En 2015, par groupe de producteurs dans chaque village, une ou deux pratiques de

gestion de l'eau et de la fertilité des sols étaient associées aux nouvelles stratégies de protection : apport de chaux (500 kg ha^{-1}) ou de Phosphate Naturel de Tilemsi (PNT à 200 kg ha^{-1}) et aménagement en courbes de niveau (ACN). En 2016 cela n'a concerné qu'un seul groupe de producteurs dans chaque village. Enfin un nouveau semoir (Nafama) a été utilisé par un groupe de producteurs chaque année mais uniquement à Benguéne et Ziguéna.

Conduite des études

Les autres pratiques culturales devaient respecter les recommandations de la Compagnie Malienne de Développement des Textiles (CMDT). Les variétés diffusées par la CMDT ont été : STAM 59 A à Benguéne et Kokélé, STAM 279 A à Ziguéna, NTA 90 5 à Kafara, NTA 93 15 à Katabantankoto et NTA 90 5 en 2015 et STAM 279 A en 2016 à Nafégue. Ces variétés sont proches pour leur développement végétatif et leur fructification.

Au moins deux formulations insecticides différentes ont été utilisées par producteur au cours de chaque campagne pour respecter les règles régionales de gestion des populations d'*Helicoverpa armigera* Hübner résistantes aux pyréthrinoides (Martin *et al.*, 2005). La technique de pulvérisation à Très Bas Volume (TBV) à $10 \text{ litres ha}^{-1}$ a été majoritairement mise en œuvre.

Observations

Dans chaque partie (PP, S1 et S2) de chaque champ, les plants avec des dégâts de chenilles de la capsule ont été dénombrés de manière hebdomadaire du 30^{ième} au 114^{ième} jour après la levée (JAL) au niveau 3 échantillons de 25 plants. Le rendement en coton-graine y a été estimé à partir des récoltes du coton-graine produit au niveau de placettes de 10 lignes de 10 mètres (2 placettes en 2015 et 3 placettes en 2016) où les cotonniers écimés et non écimés ont été dénombrés. Les temps consacrés aux traitements, aux observations et à l'écimage des cotonniers ont été relevés mais uniquement en 2015.

ANALYSE DES RÉSULTATS

Les variables analysées ont été : les taux de plants avec des dégâts de chenilles de la capsule par observation avant et après les écimages avec la transformation $\arcsin\sqrt{p}$, les coûts de protection et les rendements en coton-graine. Chaque producteur constituant une répétition d'un dispositif en blocs dispersés, les données ont d'abord été analysées par groupe de producteurs, par année et par village en utilisant le logiciel Statbox Pro Agri[®] de la société Grimmer Soft (89 rue du Gouverneur Felix Eboué, Issy les Moulineaux Cedex, France). Les résultats de ces premières analyses ont ensuite été utilisés pour effectuer, avec le même logiciel, des analyses de regroupement par ensemble de pratiques de gestion de l'eau et de la fertilité des

sols en tenant compte de l'emploi du semoir Nafama. Le test de Newman Keuls à 5% fut choisi pour comparer les moyennes qui, dans les figures, n'ont aucune lettre en commun si elles diffèrent significativement. Les degrés de liberté des différents ratios de Fisher, dont F_s pour la comparaison des stratégies de protection et F_i pour l'interaction entre stratégies de protection et groupes de producteurs, sont toujours précisés en indices dans le texte et les figures.

L'évaluation des coûts de protection en 2015 a reposé sur les bases suivantes appliquées à chaque partie de chaque champ :

- a) 4 133 F CFA (Franc de la Communauté Financière Africaine) le prix d'achat à crédit de l'insecticide nécessaire au traitement d'un hectare (source CMDT)
- b) 2,5 piles utilisées par hectare et par traitement (source CMDT)
- c) 175 F CFA pour l'achat d'une pile (marque Masa[®])
- d) le temps consacré à la réalisation des traitements
- e) le nombre de traitements réalisés
- f) le temps consacré par personne à toutes les observations de 3 échantillons de 25 plants
- g) le temps consacré par une personne à l'écimage des cotonniers
- h) 1 000 F CFA le salaire d'une personne par jour (5 heures de travail)

Pour compléter ces analyses, les résultats obtenus par producteur avec les stratégies S1 et S2 au cours des 2 années dans les 6 villages ont été analysés avec le même logiciel suivant un dispositif en couples puisque toutes les autres pratiques étaient identiques par producteur.

Enfin, la proportionnalité de certains effets de l'écimage aux taux de cotonniers écimés a été testée avec les résultats 2016 sans pratique de gestion de l'eau et de la fertilité des sols ni l'utilisation du semoir Nafama. Par la méthode des couples, la valeur observée après les écimés dans la partie S2 de chaque champ (observé S2) a alors été comparée à celle calculée (calculé S2) à partir du taux de plants réellement écimés ($\tau S2$) et des valeurs observées dans les parties PP et S1 (observé PP et observé S1) du même champ au cours de la même période avec leurs taux respectifs de cotonniers écimés (τPP et $\tau S1$). La formule a été la suivante :

$$\text{calculé S2} = \text{observé PP} - \frac{(\text{observé PP} - \text{observé S1}) \times (\tau S2 - \tau PP)}{(\tau S1 - \tau PP)}$$

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Respectivement pour 2015 et 2016, les semis ont été réalisés le 20 juin \pm 2,4 jours

et le 18 juin $\pm 1,8$ jour, les écimages au 66^{ième} JAL $\pm 1,3$ jour et au 56^{ième} JAL $\pm 1,4$ jour et les taux de cotonniers écimés de 97,0% $\pm 1,9\%$ et de 93,0% $\pm 1,7\%$ avec la stratégie S1 et de 37,0% $\pm 3,1\%$ et de 32,0% $\pm 3,1\%$ avec la stratégie S2.

TAUX DE PLANTS AVEC DES DÉGÂTS DE CHENILLES DE LA CAPSULE PAR OBSERVATION

Avant l'écimage des cotonniers, les stratégies S1 et S2 ont réduit, en moyenne et respectivement, de 20,6% et 21,1% le taux de plants avec des dégâts de chenilles de la capsule par rapport aux pratiques des producteurs (Figure 3). Mais des différences significatives en leur faveur n'apparaissent qu'avec un ensemble de pratiques de gestion de l'eau et de la fertilité des sols (Figure 3). Les stratégies S1 et S2 ont eu la même efficacité pendant cette période : 2,3% de plants avec des dégâts de chenilles de la capsule avec S1 vs 2,2% avec S2 ($F_{(1/114)} = 0,25$; $p = 0,622$).

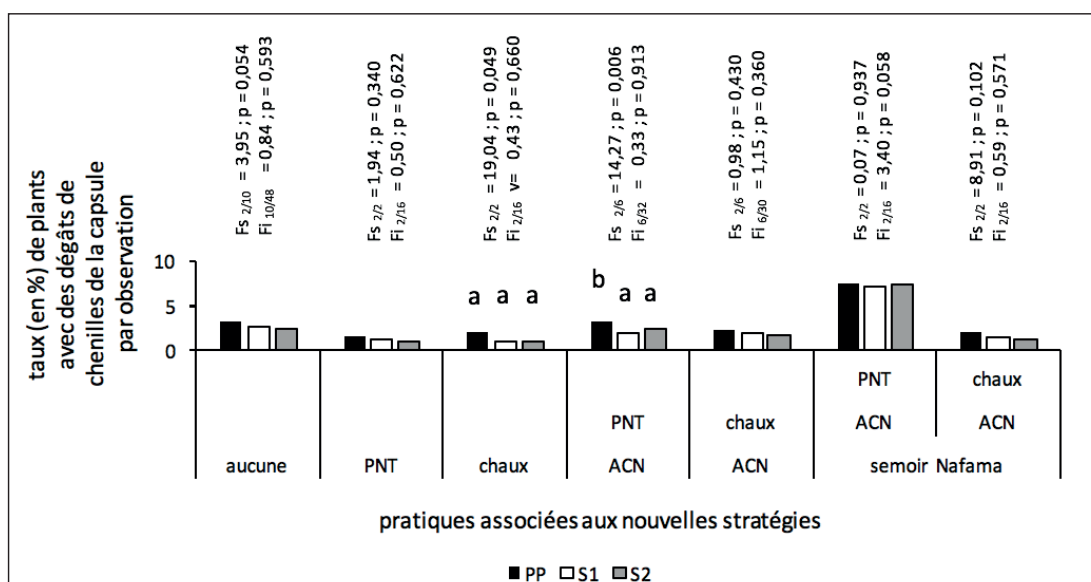


Figure 3 : Effet moyen des stratégies de protection sur le taux de plants avec des dégâts de chenilles de la capsule avant l'écimage de cotonniers selon les pratiques associées

Après l'écimage des cotonniers, les stratégies S1 et S2 ont réduit, en moyenne et respectivement, de 36,5% et 24,9% le taux de plants avec des dégâts de chenilles de la capsule par rapport aux pratiques des producteurs (Figure 4). Mais des différences significatives en leur faveur n'apparaissent qu'avec un ensemble de pratiques de gestion de l'eau et de la fertilité des sols et en l'absence d'autre pratique (Figure 4). La stratégie S1 est plus efficace pendant cette période : 2,9% de plants avec des dégâts de chenilles de la capsule vs 3,5% avec S2 ($F_{(1/114)} = 28,02$ et $p < 0,001$).

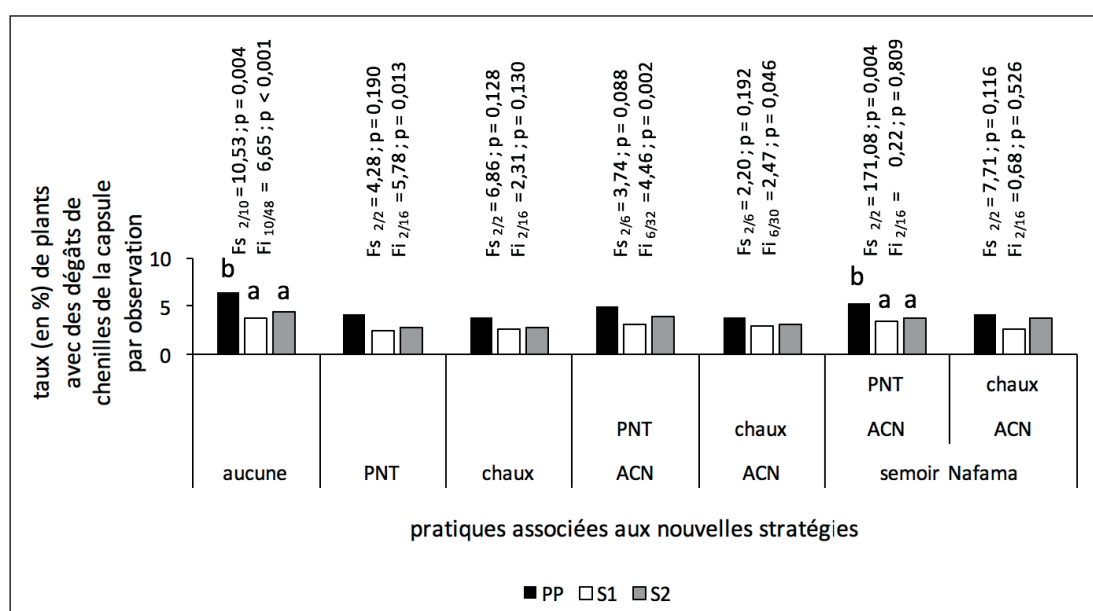


Figure 4 : Effet moyen des stratégies de protection sur le taux de plants avec des dégâts de chenilles de la capsule après l'écimage de cotonniers selon les pratiques associées

Pour les pratiques de gestion de l'eau et de la fertilité des sols étudiées, aucune référence bibliographique n'a été trouvée sur leurs effets éventuels vis-à-vis des chenilles de la capsule. En 2016, les réductions de taux de plants avec des dégâts de chenilles de la capsule obtenues avec les stratégies S1 et S2 ont été en moyenne légèrement plus faibles lorsqu'elles ont été associées à d'autres pratiques : 13,2% vs 18,1% avant l'écimage et 24,4% vs 31,0% après l'écimage. Ces réductions de taux de plants avec des dégâts de chenilles de la capsule pourraient donc n'être attribuables qu'aux nouvelles stratégies. Les différences de réduction du taux de plants avec des dégâts de chenilles de la capsule entre les stratégies S1 et S2 ne sont significatives qu'après les écimages et la réduction du taux de plants avec des dégâts de chenilles de la capsule est plus forte après qu'avant l'écimage. Ces deux résultats suggèrent un rôle important de l'écimage.

En 2016, le taux de plants avec des dégâts de chenilles de la capsule observé après les écimages avec la stratégie S2 sans pratique associée a été en moyenne significativement plus faible que celui calculé : 4,5% vs 5,6% - $F_{(1/28)} = 19.64$ - $p < 0,001$. Ainsi les effets de l'écimage vis-à-vis des chenilles de la capsule ne se limiteraient pas aux seuls cotonniers soumis à cette pratique comme l'avait déjà observé Téréta (2015).

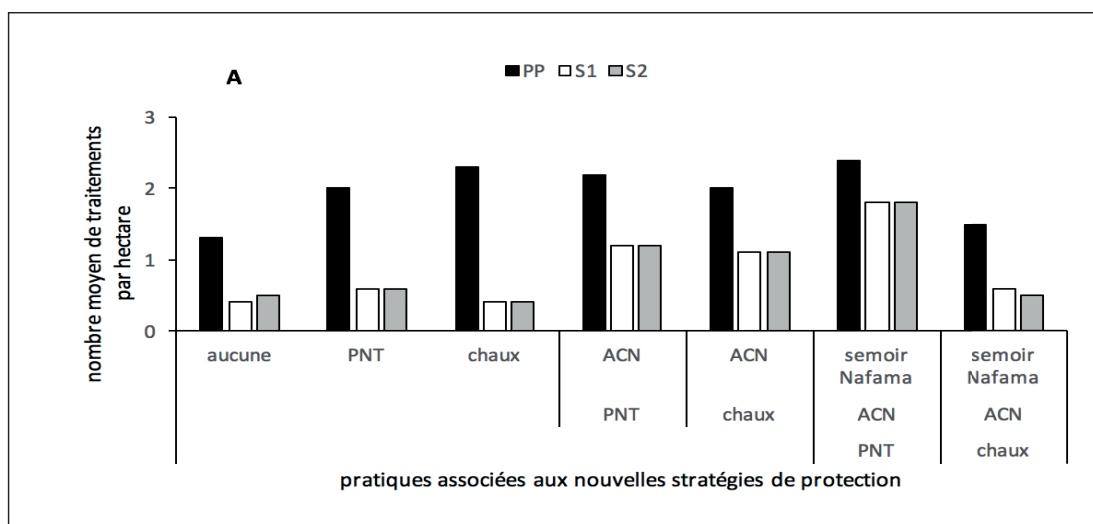
L'intervention de composés volatils en provenance de cotonniers écimés, agissant de manière directe (répulsion) ou indirecte (attraction d'auxiliaires) et comme alarme pour d'autres cotonniers afin qu'ils reproduisent les mêmes émissions est suspectée dans ces effets (Marchand, 2012). La littérature ne s'oppose pas à ces hypothèses : des blessures mécaniques peuvent provoquer des émissions de composés volatils

chez les plantes (Kikuta et al., 2011 ; Piesik et al., 2010 ; Raghava et al., 2010 ; Opitz et al., 2008), qui peuvent être répulsives vis-à-vis de ravageurs (Zakir et al., 2013 ; Moraes et al., 2001) et/ou attractives vis-à-vis d'auxiliaires (Kappers et al., 2010 ; Sznajder et al., 2010 ; Liu Yong et al., 2009) et la communication entre plants par des composés volatils est actuellement bien admise (Kikuta et al., 2011 ; Piesik *et al.*, 2010 ; Kost et Heil, 2006).

Les interactions entre types de protection et groupes de producteurs uniquement significatives après les écimages de cotonniers (Figure 3 vs Figure 4) résultent probablement de variations de l'efficacité de cette pratique. Après l'écimage, les réductions relatives du taux de plants avec des dégâts de chenilles de la capsule avec les stratégies S1 et S2 par rapport aux pratiques des producteurs, sont effectivement liées à la quantité de pluie reçue au cours des 30 jours qui suivent l'écimage : $F_{(1/94)} = 12,10$ - $p = 0,001$ - $r = 0,339$ avec S1 et $F_{(1/94)} = 16,67$ - $p < 0,001$ - $r = 0,390$ avec S2. Ainsi pour des pluviométries cumulées au cours des 30 jours qui suivent l'écimage respectivement inférieures et supérieures à 150 mm, les réductions relatives du taux de plants avec des dégâts de chenilles de la capsule ont été de 13,6% et 38,3% (T de Student₍₉₃₎ = 2,80 ; $p = 0,006$) avec S1 et de 16,1% et 31,1% (T de Student₍₉₃₎ = 2,53 ; $p = 0,013$) avec S2.

NOMBRE DE TRAITEMENTS INSECTICIDES

Avant l'écimage des cotonniers et par rapport aux pratiques des producteurs, les mêmes économies d'insecticides (55,5%) sont procurées en moyenne par les stratégies S1 et S2 et elles diffèrent rarement entre elles (Figure 5 A). Après l'écimage des cotonniers, les économies moyennes d'insecticides procurées par les stratégies S1 et S2 sont voisines (72,5% avec S1 et 68,3% avec S2) car elles diffèrent toujours faiblement entre elles (Figure 5 B).



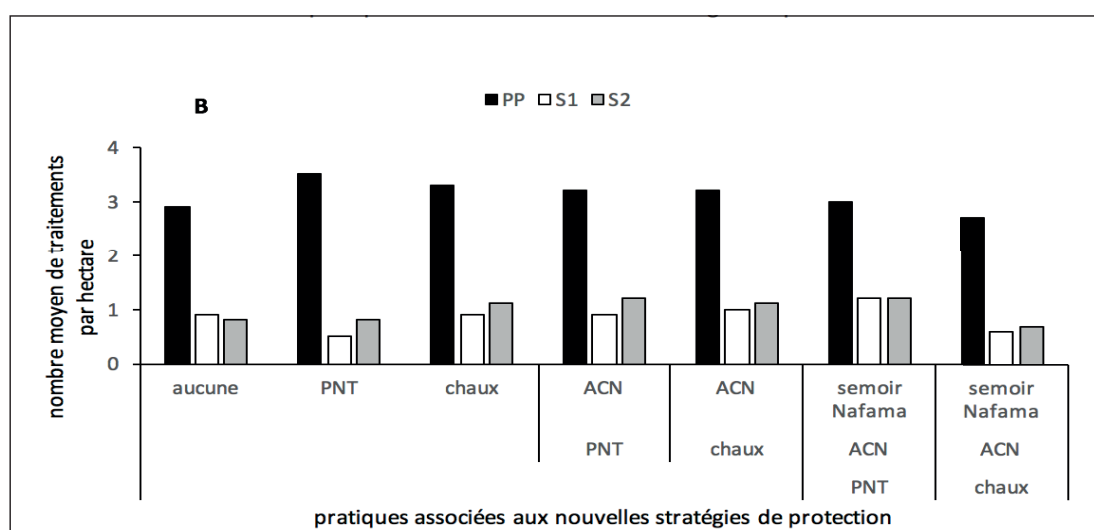


Figure 5 : Effet des types de protection sur le nombre moyen de traitements réalisés par hectare avant l'écimage de cotonniers (A) et après l'écimage des cotonniers (B) selon les pratiques associées. En 2016, les réductions moyennes de l'utilisation d'insecticides avec les stratégies S1 et S2 sont comparables avec et sans pratique associée : 66,1% et de 64,0% sur l'ensemble de la campagne. Elles ne sont donc attribuables qu'aux nouvelles stratégies. La réduction de plus de 60% de l'utilisation d'insecticides est satisfaisante mais, elle est inférieure aux 72% d'économies réalisées par les producteurs pratiquant déjà des interventions sur seuil (Renou *et al.*, 2012). La réduction plus importante de l'utilisation d'insecticides après qu'avant les écimages n'est attribuable qu'à l'écimage car une interaction entre traitements sur seuil et écimage est peu probable : une seule intervention sur seuil est en moyenne réalisée après les écimages alors que la période qui suit les écimages dure plus de 6 semaines.

COÛTS DE PROTECTION

En 2015, le temps consacré à l'observation de 3 échantillons de 25 plants a été en moyenne de 44 ± 6 minutes pour une personne et celui consacré à l'écimage par hectare par une personne de $1\,926 \pm 307$ minutes (un peu plus de 6 jours) pour S1 et de 871 ± 125 minutes (près de 3 jours) pour S2.

En moyenne les stratégies S1 et S2 ont réduit respectivement de 32,1% et de 43,8% les coûts de protection par rapport aux pratiques des producteurs (Figure 6). Ces effets sont significatifs avec respectivement 3 et 4 ensembles de pratiques de gestion de l'eau et de la fertilité des sols (Figure 6). Les coûts de protection de S2 sont significativement plus faibles que ceux de S1 : 15 500 F CFA ha⁻¹ vs 18 500 F CFA ha⁻¹ ($F(1/56) = 27,19 - p < 0,001$). Les nouvelles stratégies réduisent les charges en intrants (piles mais surtout insecticides), mais augmentent celles en main d'œuvre, surtout du fait des écimages (Figure 7).

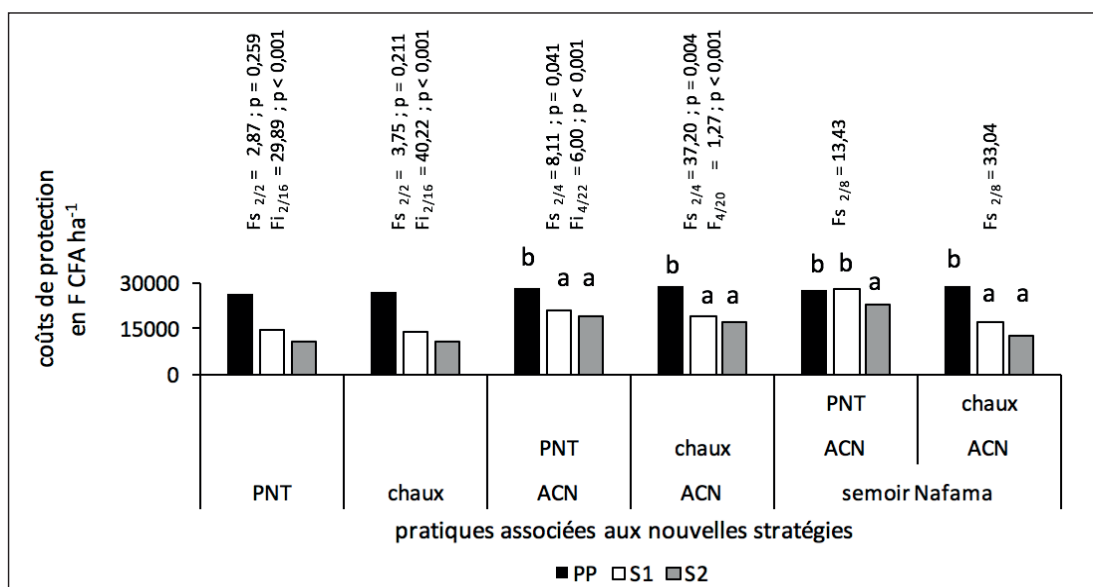


Tableau 6 : Coût moyen de protection par stratégie de protection selon les pratiques associées

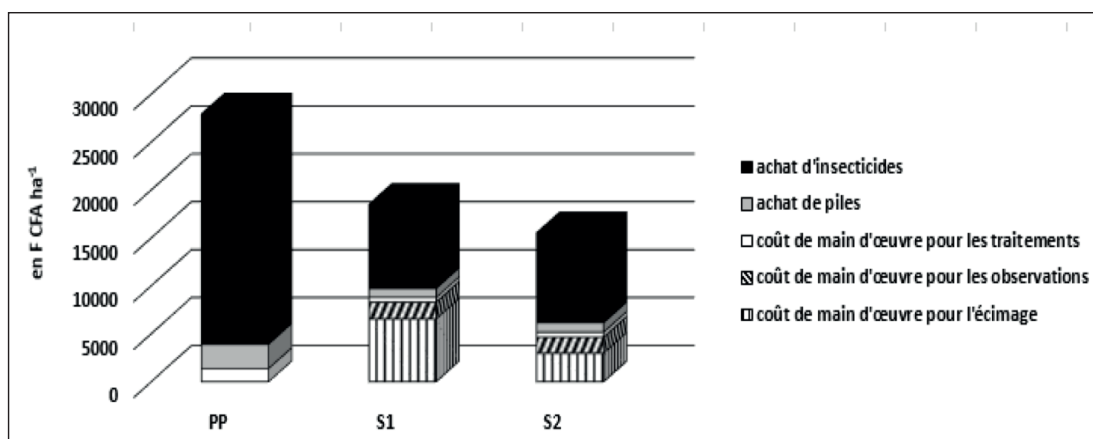


Figure 7 : Détails sur les coûts de protection par stratégie de protection

RENDEMENT EN COTON-GRAINE

En moyenne par rapport aux pratiques des producteurs, les stratégies S1 et S2 ont respectivement augmenté le rendement en coton-graine de 18,8% et 10,9% (Figure 8). Avec ces effets positifs sur les rendements les nouvelles stratégies sont donc plus intéressantes que les seuls traitements sur seuil (Renou *et al.*, 2012). Ces augmentations de rendement ne sont toutefois significatives qu'en l'absence de toute pratique et respectivement avec un et deux ensembles de pratiques de gestion de l'eau et de la fertilité des sols pour S2 et S1 (Figure 8). Les performances productives de la stratégie S1 sont significativement supérieures à celles de la stratégie S2 : 1250 kg ha⁻¹ avec la stratégie S2 contre 1350 kg ha⁻¹ avec la stratégie S1 ($F_{(1/114)} = 32,05 - p < 0,001$).

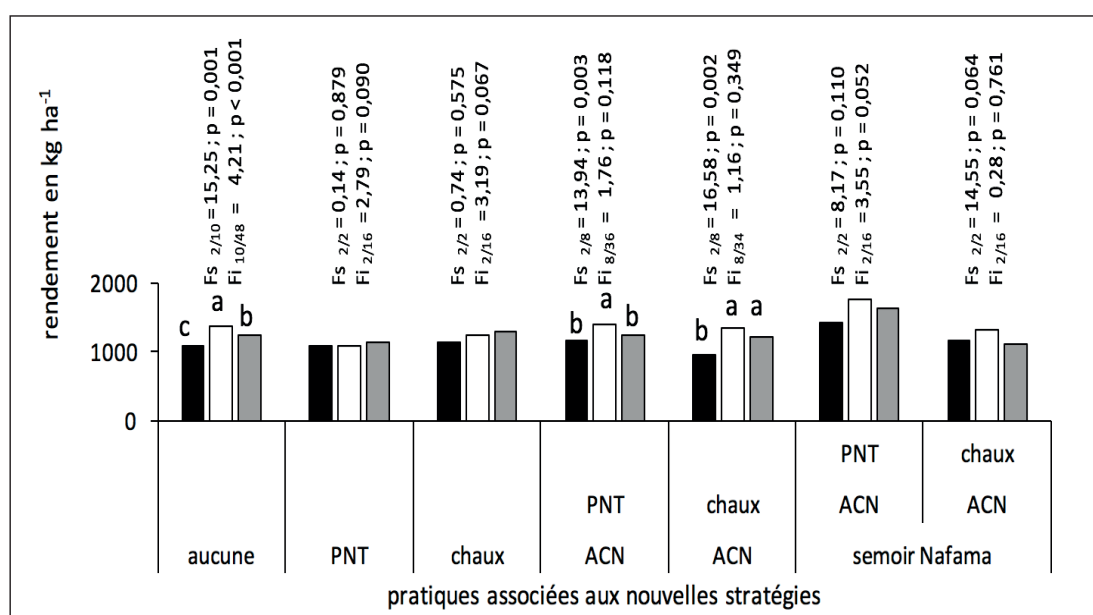


Figure 8 : Rendement moyen en coton-graine par stratégie de protection selon les pratiques associées

En 2016 par rapport aux pratiques de producteurs, les augmentations de rendement procurées en moyenne par les stratégies S1 et S2 sont comparables avec et sans pratique associée : 22,6% et 22,4%, respectivement. Ces stratégies ont donc joué un rôle important dans les augmentations de rendement. La différence significative de rendement entre les deux stratégies plaide en faveur d'un rôle essentiel de l'écimage dans les augmentations de rendement. La littérature mentionne souvent des effets positifs de l'écimage sur le rendement en coton graine (Obasi et Msaakpa, 2005 ; Reta-Sanchez et Fowler, 2002 ; Abou-El-Nour *et al.*, 2001). Les résultats de cette étude le montrent pour la première fois au Mali car en station de recherche cet effet de l'écimage n'a jamais été observé auparavant (Renou *et al.*, 2011).

Les augmentations de rendement procurées par la stratégie S1 sont liées négativement et significativement à la date d'apport de l'urée : $F_{(1/113)} = 17,13 - p < 0,001$ - $r = -0,365$. Ainsi l'augmentation de rendement est significativement plus élevée lorsque l'urée est apportée en même temps que l'engrais complet : 356 kg ha⁻¹ contre 168 kg ha⁻¹ lorsque l'apport de l'urée est différé dans le temps (T de Student₍₁₀₉₎ = 3,51 - p < 0,001). Cette liaison pourrait être à l'origine de l'absence d'augmentation significative de rendement due à l'écimage constatée dans les études antérieures où l'urée a toujours été apportée au moment du buttage (50-60 JAL).

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Un dispositif avec moins d'associations de pratiques aurait été préférable pour étudier les nouvelles stratégies de protection. Il aurait été aussi plus rigoureux d'avoir des superficies identiques pour chaque partie de champ et deux répétitions par

producteur. Mais, l'aspect démonstratif de cette étude aurait été moindre pour les producteurs. Ce dispositif a toutefois permis d'étudier deux nouvelles stratégies de protection sur de grandes surfaces (limitant ainsi les interactions entre parcelles et les phénomènes de non-préférence) dans une grande diversité de conditions.

Dans cette diversité de conditions, par rapport aux pratiques de producteurs les nouvelles stratégies de protection ont en moyenne procuré plus de 60% d'économies d'insecticides, diminué de plus de 20% les dégâts dus aux chenilles de la capsule et augmenté de plus de 10% le rendement en coton graine avec des coûts de protection réduits de plus de 30%. Avec de tels avantages ces nouvelles stratégies de protection, en association ou non à d'autres pratiques, mériteraient d'être diffusées. Il conviendra alors d'être attentif à la conservation de leurs avantages dans chaque situation et de suivre les modifications éventuelles de l'entomofaune déprédatrice sans se limiter à la seule culture cotonnière.

L'écimage des cotonniers semble jouer un rôle essentiel dans les avantages des nouvelles stratégies de protection. Son association à des interventions sur seuil reste toutefois indispensable car : (i) elles ont contribué à certains avantages, (ii) sont nécessaires avant l'écimage et (iii) constituent un «garde-fou» vis-à-vis de populations plus élevées en chenilles de la capsule. Des améliorations de ces nouvelles stratégies de protection sont à rechercher car si leurs effets bénéfiques ont bénéficié à un très grand nombre de producteurs, ils ne sont pas apparus avec tous les producteurs. Il convient d'identifier les conditions dans lesquelles les effets bénéfiques de ces nouvelles stratégies de protection apparaissent pour élaborer des conseils destinés aux producteurs qui les mettront en œuvre. L'écimage jouant un rôle important dans les effets de ces nouvelles stratégies de protection, une meilleure connaissance des mécanismes responsables de ses effets contribuera à cette approche. Enfin, une amélioration mériterait d'être étudiée rapidement en milieu producteur : l'écimage de tous les cotonniers d'une ligne toutes les 5 lignes pour ramener à peine plus d'un jour par hectare le temps consacré à l'écimage par une personne.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont à l'Agence Française pour le Développement (AFD) pour avoir financé cette étude et aux producteurs pour avoir partagé cette expérience. Nous dédions cette communication à Maurice Vaissayre et à Michel Fok qui nous ont toujours encouragés dans nos nouvelles approches de la protection du cotonnier.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABOU-EL-NOUR, M.S., WASSEL, O.M.M., ISMAIL, S.M. 2001. Response of Giza 80 cotton cultivar to some cultivar practices to control excessive vegetative growth. *Egyptian Journal of Agricultural Research*. 79, 191-204.
- DE BLÉCOURT, M., LAHR, J., VAN DEN BRINK, P. J. 2010. Pesticide use in cotton in Australia, Brazil, India, Turkey and USA. *Alterra, Wageningen*, 2010. 144 pp
- KAPPERS, I. F., VERSTAPPEN, F. W. A., LUCKERHOFF, L. L. P., BOUWMEESTER, H. J., DICKE, M., 2010. Genetic variation in jasmonic acid- and spider mite-induced plant volatile emission of cucumber accessions and attraction of the predator *Phytoseiulus persimilis*. *Journal of Chemical Ecology*. 36, 500-512.
- KIKUTA, Y., UEDA, H., NAKAYAMA, K., KATSUDA, Y., OZAWA, R., TAKABAYASHI, J., HATANAKA, A., MATSUDA, K. 2011. Specific regulation of pyrethrin biosynthesis in *Chrysanthemum cinerariaefolium* by a blend of volatiles emitted from artificially damaged conspecific plants. *Plant and Cell Physiology*; 2011. 52(3):588-596.
- KOST, C., HEIL, M. 2006. Herbivore-induced plant volatiles induce an indirect defence in neighbouring plants. *Journal of Ecology* 94: 619–628.
- KRANTHI KR, JADHAV DR, KRANTHI S, WANJARI RR, ALI SS, RUSSELL DA (2002) Insecticide resistance in five major insect pests of cotton in India. *Crop Protection* 21: 449–460
- LIU YONG, WANG WANLEI, GUO GUANGXI, JI XIANGLONG, 2009. Volatile emission in wheat and parasitism by *Aphidius avenae* after exogenous application of salivary enzymes of *Sitobion avenae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 130, 215-221.
- MARCHAND, M. 2012. Influence de l'écimage sur les profils de composés volatils émis par le cotonnier et réponses des Noctuelles *Helicoverpa armigera* et *Spodoptera littoralis*. Master Ecologie-Biodiversité 1ière année parcours Biodiversité Végétale Tropicale. Année universitaire 2011-2012. 54 pp
- MARTIN, T., OCHOU OCHOU, G., HALA N'KOLO, F., VASSAL, J.M., VAISSAYRE, M., 2000. Pyrethroid resistance in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner), in West Africa. *Pest Management Science*, 56 : 549-554.
- MARTIN, T., OCHOU, G.O., DJIHINTO, A., Traoré, D., Togola, M., Vassal, J.M., Vaissayre, M., Fournier, D. (2005). Controlling an insecticide-resistant bollworm in West Africa. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 107: 409–411.
- MATTHEWS GA, TUNSTALL JP (1994) *Insect Pests of Cotton*, CAB International, Wallingford. 593 pp
- MORAES, C.M., MESCHER M.C., TUMLINSON, J.H. 2001. Caterpillar-induced nocturnal plant volatiles repel conspecific females. *Nature* 410: 577-580.
- OBASI, M. O., MSAAKPA, T. S. 2005. Influence of topping, side branch pruning and hill spacing on growth and development of cotton (*Gossypium barbadense* L.) in the Southern Guinea Savanna location of Nigeria. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*. 106, 155-165.
- OPITZ, S., KUNERT, G., GERSHENZON, J. 2008. Increased Terpenoid Accumulation in cotton (*Gossypium hirsutum*) Foliage is a General Wound Response *Journal of Chemical Ecology* 34, 508-522.
- PIESIK, D., LYSZCZARZ, A., TABAKA, P., LAMPARSKI, R., BOCLANOWSKI, J., DELANEY, K. J. 2010. Volatile induction of three cereals: influence of mechanical injury and insect herbivory on injured plants and neighbouring uninjured plants. *Annals of Applied Biology*; 2010. 157(3):425-434.

- RAGHAV, T., PUJA RAVIKUMAR RAJENDRA HEGDE ANIL KUSH. 2010. *Spatial and temporal volatile organic compound response of select tomato cultivars to herbivory and mechanical injury. Plant Science*; 179(5):520-526
- RENOU, A., TÉRÉTA, I., TOGOLA, M. BRÉVAULT, T. 2012. *First steps towards « green » cotton in Mali. 2012. Outlook on Pest Management. August 2012*, 173-176
- RENOU, A., TÉRÉTA, I., TOGOLA, M. 2011. *Manual topping decreases bollworm infestations in Mali. Crop Protection. 30*, 1370-1375.
- RETA-SANCHEZ, D.G., FOWLER, L.J. 2002. *Canopy light environment and yield of narrow-row cotton as affected by canopy architecture. Agronomy Journal. 94*, 1317-1323.
- SZNAJDER, B., SABELIS, M.W., EGAS, M. 2010. *Response of predatory mite to herbivore-induced plant volatile: Genetic variation for context-dependent behaviour. Journal of Chemical Ecology. 36 (7)*, 680-688.
- TÉRÉTA, I. 2015. *Contribution aux études pour l'évolution de la protection phytosanitaire en culture cotonnière au Mali: effets de l'écimage sur les infestations en chenilles de la capsule. Thèse de doctorat à l'Université des Sciences, des techniques et des Technologies de Bamako. 169 pp*
- ZAKIR A, SADEK M.M., BENGTSSON M, HANSSON B.S., WITZGALL P., ANDERSON P. 2013. *Herbivore-induced plant volatiles provide associational resistance against an ovipositing herbivore. Journal of Ecology 101*: 410–417.

EFFET DE L'ÉCIMAGE SUR LES CARACTÉRISTIQUES AGRO-PHYSIOLOGIQUES DU COTONNIER EN ZONE NORD GUINÉENNE DU MALI

TRAORÉ Amadou, SISSOKO Fagaye, SISSOKO Mahamadou : Institut d'Economie Rurale/centre Régional de Recherche Agronomique, BP : 16 Sikasso Mali, Tél : +223 66 00 11 64/76 16 14 72, Email : traoreamadou2000@gmail.com

RENOU Alain, Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

Auteur correspondant : TRAORÉ Amadou Email : traoreamadou2000@gmail.com

RÉSUMÉ

Au Mali, la culture du coton est la principale source de revenu pour les agriculteurs constitués en majorité par de petites exploitations familiales. La production du coton représente 8,2% du PIB. Cependant, depuis plus d'une quinzaine d'années, la baisse des rendements constatée préoccupe les différents acteurs de la filière. Les facteurs susceptibles d'expliquer cette baisse de rendement sont le faible niveau de fertilité des sols, la faible densité des plants à l'hectare, le manque de main d'œuvre, la faible maîtrise des itinéraires techniques et la résistance des ravageurs aux insecticides proposés. Plusieurs études ont été proposées pour améliorer le rendement. L'écimage du cotonnier est proposé dans cette étude et pourrait être intéressante pour de nombreux avantages qu'il peut procurer au plan agronomique et entomologique. L'étude a été conduite en zone Mali-Sud. L'objectif de l'étude est de mieux décrire le processus d'élaboration de la production fructifère avec et sans protection insecticide lorsque les cotonniers sont écimés. Deux facteurs ont été étudiés dans un dispositif en Split plot avec 4 répétitions. Le premier facteur a été la protection phytosanitaire de la culture avec 2 niveaux (protection maximale et l'absence de protection). Le deuxième facteur a été relatif à la conduite des cotonniers en fonction des modalités suivantes : cotonniers non écimés, écimés à 100%, écimés à 100%+élagage, écimés à 20%, écimés à 20% +élagage, non écimés situés à côté des cotonniers écimés à 20% et non écimés situés à côté des cotonniers écimés à 20% + élagage. Les résultats obtenus ont montré que les cotonniers écimés à 100% ont produit autant de position fructifère que ceux non écimés. Les cotonniers écimés à 20% ont produit plus de position fructifère que les cotonniers non écimés. Aussi, la capacité de rétention des organes fructifères s'améliore avec les cotonniers écimés que ceux non écimés. Par contre, l'apparition des positions fructifères successives des cotonniers non écimés n'est pas influencée par leur voisinage avec des cotonniers écimés.

Mots clés : Ecimage, caractéristique, agro-physiologie, protection phytosanitaire.

ABSTRACT

Cotton cropping is the main source of income for smallholder farmers in Southern Mali. Cotton production accounts for 8.2% of Malian GDP. The decline in yield per hectare could be attributed to low soil fertility, low plant density per hectare, climate change, lack of labor, low mastery of technical itineraries and pest resistance to proposed insecticides. Many studies have been proposed to improve cotton yield per hectare. The cotton topping is proposed in this study and could be interesting for many benefits agronomically and entomologically. The study was conducted in Southern Mali at agricultural research center in Sikasso. The objective of this study was to describe the development process of fruit production with and without insecticide protection when cotton plants are cut off. Two factors were studied in a Split plot design with 4 repetitions. The first factor (main factor) was the phytosanitary protection of the crop with 2 levels: maximum protection and absent of protection. The second factor (secondary factor) was related to the behavior of cotton in terms of: cotton without cut off, cotton cut off at 100%, cotton cut off at 100% plus pruning, cotton cut off at 20%, cut off at 20% plus pruning, cotton without cut off located next cotton cut at 20% and cotton without cut off located next cotton cut off to 20% + pruning. The results obtained showed that 100% cotton cut off produced as much fruiting position compared to cotton without cut off despite their size growth not being stopped. Cotton cut off at 20% produced more fruiting position than non-cut off. Thus, the capacity of retention of the fruiting organs improves with the cotton cut off than without cut off. On the other hand, the appearance of the successive fruiting positions of the cotton without cut off is not influenced by their neighborhood with cotton cut off.

Key words: Cut off/ pollarding, characteristic agro-physiology, phytosanitary protection.

INTRODUCTION

En Afrique de l'Ouest et du Centre, la culture du cotonnier occupe une position stratégique dans les politiques de développement et dans les programmes de lutte contre la pauvreté.

Au Mali, la filière coton joue un rôle essentiel dans les activités économiques et sociales en termes de création de revenus, d'organisation du monde rural et de modernisation des systèmes de production. La culture du coton est pratiquée par de nombreuses petites exploitations agricoles familiales principalement dans le Sud du pays. Près de 4 millions de producteurs vivent des revenus du coton et bénéficient des arrières effets du système coton (FAO, 2013). Selon la même source, le coton représente 8,2% du Produit Intérieur Brut du Mali.

Si les rendements en coton-graine sont passés de 225 kg ha⁻¹ en 1961/1962 à 1344 kg ha⁻¹ en 1990/1991, aujourd'hui, une baisse des rendements est constatée avec une moyenne de 921 kg ha⁻¹ durant ces dix dernières années (CMDT, 2015). Cette baisse des rendements constatée préoccupe les différents acteurs de la filière cotonnière (Sissoko, 2009). Les facteurs susceptibles d'expliquer la baisse de rendement sont entre autres le faible niveau de fertilité des sols, la faible densité des plants à l'hectare, le changement climatique, le manque de main d'œuvre, la faible maîtrise des itinéraires techniques, la résistance des ravageurs aux insecticides proposés.

Augmenter la production grâce à une amélioration des rendements ne peut être obtenue que par la combinaison des alternatives raisonnées, en étudiant dans des dispositifs adaptés les différentes contraintes liées à la baisse des rendements (productivité des plants, pratique culturale et contrôle des ravageurs). C'est dans ce cadre que l'écimage du cotonnier, une pratique agricole ancienne est proposé et pourrait être intéressant pour des nombreux avantages qu'il peut procurer au plan agronomie comme la réduction de l'exubérance végétative (Abou-El-Nour *et al.*, 2001 ; El-Shahawy, 2000), la limitation des risques de verse (Aleev *et al.*, 1991), la précocité de la production (El-Hanafi *et al.*, 1982 ; Pang, 1981 ; Nasr and Azab, 1969) et l'augmentation du rendement (Yang *et al.*, 2008 ; Abd-El-Malik and El-Shahawy, 1999; Obasi et Msaakpa, 2005 ; Reta-Sanchez et Fowler, 2002). L'absence d'effet de l'écimage sur la production a été également mentionnée dans la littérature (Siddique *et al.*, 2002 ; Brown *et al.*, 2002 ; Sawaji *et al.*, 1994). Au plan phytosanitaire (diminution des populations des ravageurs) en particulier ceux responsables des plus grandes pertes de production avec pour conséquence une réduction de l'utilisation d'insecticides sont les plus grands constants au regard des résultats des études conduites par RENOU *et al.* (2015) en milieu producteur au Mali. L'augmentation de la production et l'amélioration de certaines de ses composantes apparaissent beaucoup moins régulièrement et sont encore insuffisamment expliquées. Il est donc important d'améliorer nos connaissances sur les processus d'élaboration de la production lorsque des écimages sont pratiqués. L'objectif de cette étude est de mieux décrire le processus d'élaboration de la production avec et sans protection insecticide lorsque des cotonniers sont écimés.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel Végétal

Le matériel végétal utilisé a été la variété de coton NTA L88 proposée par le volet génétique du programme de recherche cotonnière et mise à la disposition des producteurs de la Filiale Sud de la Compagnie Malienne de Développement des Textiles du Mali (CMDT).

Le compost produit à la sous-station de Farako a été utilisé comme fumure orga-

nique. Le complexe coton (14-18-18+6S+1B) et l'urée (46%, N) ont été utilisés comme engrais minéraux. Deux types d'insecticides ont été utilisés. Il s'agit de : l'Avaunt (indoxacarb (150g/l)) et ATTAKANC ((Imidaclopride (200g/l), cyperméthrine (144g/l)).

Méthodes

Site expérimental

L'étude a été menée à Farako [11°21' N ; -5°48' W], une sous-station du Centre Régional de Recherche Agronomique (CRRA) de Sikasso, située à 25 km à l'Est de la ville de Sikasso sur la route nationale RN 10 sur l'axe Sikasso - Bobo Dioulasso. La zone agro-écologique est du type Soudanien sud (PIRT, 1986). La pluviométrie moyenne enregistrée à Farako au cours de l'année 2016 a été 1266,4 en 82 jours de pluie.

Préparation du sol, fertilisation et traitement phytosanitaire

Le labour a été réalisé à la charrue et le semis a été fait à la main (inter-poquets 20 cm). La fumure organique a été apportée avant le labour à la dose de 5000 kg ha⁻¹ dans toutes les parcelles. Le complexe coton a été apporté 15 jours après semis à la dose de 200 kg ha⁻¹, la fertilisation azotée a été appliquée 45 jours après semis à la dose de 50 kg ha⁻¹

DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Le dispositif expérimental utilisé est un Split plot avec deux facteurs principaux et 7 facteurs secondaires étudiés. Le facteur principal est le niveau de protection avec deux niveaux constitués de protection maximale (PM) et l'absence de protection (AP). Le deuxième facteur étudié est l'écimage du cotonnier avec sept niveaux appelés modalités (A, B, C, D, E, DNE, ENE).

LES DÉTAILS SUR LES FACTEURS ÉTUDIÉS SONT LES SUIVANTS:

Facteur principal : Protection phytosanitaire avec deux niveaux :

Protection maximale PM (traitement insecticide des parcelles concernées tous les 7 jours

Absence de protection phytosanitaire AP (aucun traitement insecticide n'est appliqué à ces parcelles).

- **Facteur secondaire** : Ecimage des parcelles avec 7 modalités
- **Modalité A** : c'est la parcelle témoin où il y a ni écimage ni élagage des branches végétatives ;

- **Modalité B** : écimage de 100% des plants des 5 lignes centrales dans la parcelle élémentaire avec sans élagage des branches végétatives;
- **Modalité C** : écimage de 100% des plants des 5 lignes centrales dans la parcelle élémentaire suivi d'un élagage des branches végétatives;
- **Modalité D** : **écimage de 20%** de plants des 5 lignes centrales soit un plant à chaque 1 m, pas d'élagage des branches végétatives ;
- **Modalité DNE** : plants non écimés situés à côté des plants écimés de la modalité D
- **Modalité E** : **écimage de 20%** de plants des 5 lignes centrales soit 1 plant à chaque 1 m, avec élagage des branches végétatives ;
- **Modalité ENE** : cotonniers non écimés situés à côté des cotonniers de la modalité E

La protection maximale a été faite par la réalisation d'applications insecticides tous les 7 jours à partir du 30^{ième} jour après la levée de la culture jusqu'au 121^{ième} jour après la levée.

L'écimage des cotonniers et l'élagage de toutes les branches végétatives ont été pratiqués 10 jours après la date moyenne d'apparition de la première fleur. Ces pratiques n'ont été appliquées que sur les cotonniers des 5 lignes centrales des parcelles élémentaires concernées. Pour les niveaux D et E du facteur 2, un cotonnier a été écimé par tronçon de un mètre sur chacune des cinq lignes centrales des parcelles élémentaires. Les niveaux DNE et ENE sont les cotonniers non écimés situés à côtés des cotonniers écimés des modalités D et E.

VARIABLES OBSERVÉES OU MESURÉES

Elles ont concerné :

La date de levée

La date de levée a été observée à partir de la date à laquelle 50% des poquets ont levé sur 10 poquets successifs. Cette date a été déterminée en comptant le nombre de plantules levées tous les jours après l'apparition de la première plantule. Le comptage a été réalisé sur une ligne tirée au hasard des cinq lignes centrales.

La densité de peuplement après le démariage et à la récolte

L'estimation de la densité de peuplement a été réalisée à partir du comptage du nombre de poquets et du nombre de plants de chaque parcelle élémentaire sur les cinq lignes centrales après démariage et à la récolte.

La date d'apparition de la première fleur

La date d'apparition de la première fleur a été relevée sur une ligne de chaque parcelle élémentaire. La moyenne de ces dates plus 10 jours a permis de fixer la date de l'écimage et de l'élagage.

Le monitoring

Cette observation a été réalisée sur 20 cotonniers qui se suivaient sur la ligne centrale chaque parcelle élémentaire des modalités A, B, C. Elle a été réalisée tous les sept jours du 58^{ième} jour après la levée (JAL) jusqu'au 107^{ième} JAL. Pour chaque cotonnier choisi, les positions fructifères par branche fructifère ont été dénombrées et la présence d'un organe fructifère en position 1 a été notée.

L'estimation de la hauteur et du nombre de nœuds des cotonniers

Par parcelle élémentaire des modalités A, B, C du facteur 2, les tailles de 20 cotonniers déjà identifiés pour le monitoring ont été relevées tous les sept jours du 58^{ième} JAL au 114^{ième} JAL à l'aide d'une règle graduée. Le nombre de nœuds des 20 cotonniers qui se suivent sur la ligne centrale a été aussi estimé pendant les mêmes périodes et pour les mêmes modalités. Pour les parcelles élémentaires des modalités D et E, les mêmes observations ont été faites sur 10 cotonniers écimés et 10 cotonniers non écimés.

Le poids des capsules

Les capsules ont été prélevées au 95^{ième} JAL au niveau de deux lignes centrales de chaque parcelle élémentaire des modalités A, B et C. Ces capsules ont été prélevées sur les 2 derniers mètres de chaque ligne lors de la première date. A la date suivante, ce sont les deux mètres suivants de chaque ligne qui ont été concernés par le prélèvement de capsule et ainsi de suite jusqu'à la fin du prélèvement. La récolte des capsules n'a concerné que la position 1 des branches fructifères 1, 3, 6, 9 et 12 de chaque cotonnier distingué lors de la récolte. Ensuite par branche fructifère (1, 3, 6, 9 et 12), les capsules récoltées ont été dénombrées et le poids de l'ensemble de ces capsules a été noté.

L'ANALYSE DES DONNÉES

L'analyse de variance suivie de la comparaison des moyennes selon le test de Newman et Keuls a été réalisée à l'aide du logiciel STATBOX 7.5. Les effets des traitements ont été considérés comme significatifs lorsque $p \leq 0,05$ et les différences significatives entre les moyennes des traitements ont été détectées avec des tests de la plus petite différence significative (LSD).

RÉSULTATS OBTENUS

DENSITÉ DE PEUPLEMENT APRÈS LE DÉMARIAGE ET À LA RÉCOLTE

Après le démariage, aucun effet significatif n'a été relevé par l'analyse de variance pour ce qui concerne la densité des plants aussi bien entre les deux niveaux de protection ($P = 0,265$) qu'entre les modalités d'écimage ($P = 0,265$). Le nombre moyen de plants ha^{-1} a été de 53376, soit 85 % par rapport à la densité théorique de 62500 plants ha^{-1} de l'essai. A la récolte, aucun effet n'a été relevé pour ce qui concerne la variable nombre de plants. L'interaction (protection phytosanitaire x modalité d'écimage) n'est pas significative. La densité moyenne de l'essai a été de 50544 plants ha^{-1} à la récolte, soit 80% de la densité théorique (62500 plants ha^{-1}).

DATE MOYENNE D'APPARITION DE LA PREMIÈRE FLEUR

Le semis a été réalisé le 10 juin 2016 et la levée a été constatée dans toutes les parcelles élémentaires le 14 juin 2016. La première fleur a été observée le 04 août 2016 (correspondant au 51^{ième} JAL). Au 58^{ième} JAL l'apparition de la première fleur a été constatée dans toutes les parcelles élémentaires. La moyenne des dates d'apparition des premières fleurs (55^{ième} JAL) plus dix jours a été calculée pour fixer la date de l'écimage (65^{ième} JAL, soit le 18 août 2016).

HAUTEUR DES PLANTS LORS DES DIFFÉRENTES MESURES

Pour toutes les dates de mesure, l'analyse de variance n'a pas permis de mettre en évidence l'existence de différence significative entre les deux niveaux de protection. Par rapport aux différentes modalités d'écimage, l'analyse de variance n'a pas montré de différence significative pour les deux premières dates d'observation (58^{ième} JAL, $p = 0,914$ et 65^{ième} JAL, $p = 0,40$). Par contre, l'analyse a permis de mettre en évidence une différence significative ($p = 0,000$) entre les modalités à partir du 72^{ième} JAL (première date d'observation après l'écimage), jusqu'au 114^{ième} JAL. Les modalités écimées ont arrêté leur croissance, pendant que celles non écimées ont continué de croître.

ESTIMATION DU NOMBRE DE NŒUDS

Pour toutes les dates d'observation, l'analyse de variance n'a pas montré de différence significative entre les niveaux de protection pour ce qui concerne le nombre de nœuds par plant. Par rapport aux modalités, l'analyse de variance n'a pas montré de différence significative pour la première date de mesure 58^{ième} JAL ($p = 0,779$). Par contre, l'analyse de variance a permis de mettre en évidence une différence significative ($p = 0,000$) entre les modalités à partir du 65^{ième} JAL (date de l'écimage), jusqu'au 114^{ième} JAL. Les modalités écimées ont arrêté leur croissance et par conséquent la production de nœuds, pendant que celles non écimées ont continué

de croître en taille et produire de nœuds. Le nombre de nœuds le plus élevé a été observé avec la modalité A (18 nœuds) au 100^{ième} JAL et la modalité écimé et non élagué (18 nœuds) au 107^{ième} JAL. Le nombre de nœuds le plus faible a été observé avec la modalité écimé et élagué (10 nœuds) à partir du 65^{ième} JAL.

NOMBRE DE POSITIONS FRUCTIFÈRES PAR BRANCHE FRUCTIFÈRE

Nombre de positions fructifères en fonction de la protection phytosanitaire et par modalités

L'analyse de variance n'a pas permis de mettre en évidence une différence significative en ce qui concerne le nombre de position fructifère aussi bien pour les parcelles protégées et non protégées des modalités A, B et C (Figure 1). Les cotonniers des modalités écimées à 100% (B) et ceux écimés et élagués à 100% (C) ont eu autant de position fructifère que les cotonniers de la modalité non écimée (A). Le même constat a été fait lorsque 20% des cotonniers ont été écimés (Figure 1). Après l'écimage (65^{ième} JAL), une tendance à l'augmentation du nombre de position fructifère a été constatée aussi bien pour les parcelles protégées que pour celles non protégées lorsque des cotonniers sont écimés à 20% (Figure 1).

Influence des cotonniers écimés sur leur voisin non écimés

L'analyse de variance n'a pas permis de mettre en évidence une différence significative pour ce qui concerne le nombre de position fructifère de la première date d'observation à la cinquième date d'observation et par conséquent, aucune influence des cotonniers écimés sur leur voisin non écimés (**Figure 2**). Par contre, à partir de la sixième, septième et huitième date d'observation sur la production des positions fructifères, un effet de l'écimage ($P= 0,043$ pour sixième date ; $p= 0,019$ pour septième ; $P= 0,009$ pour huitième) a été constaté pour ce qui concerne le nombre de position fructifère par branche fructifère. Les cotonniers non écimés (A) ont eu autant de position fructifère que les cotonniers non écimés de la modalité (E) voisins des cotonniers écimés (Figure 2).

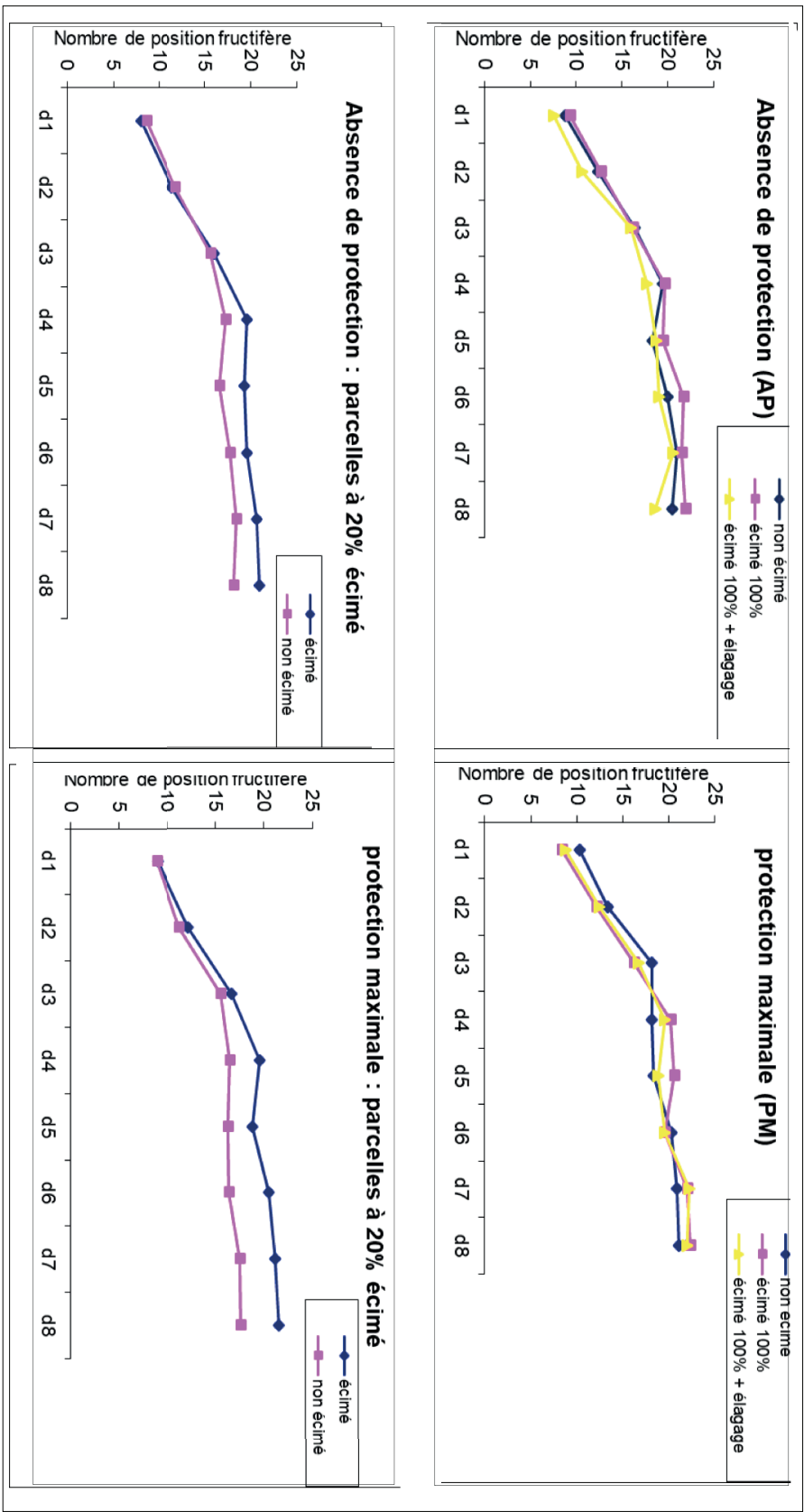


Figure 1 : Nombre de positions fructifères par modalité
d1: 58ième J.V.L.L ; d2 : 65ième J.V.L.L ; d3 : 72ième J.V.L.L ; d4 : 79ième J.V.L.L ; d5 : 86ième J.V.L.L ; d6 : 93ième J.V.L.L ; d7 : 100ième J.V.L.L ; d8 : 107ième J.V.L.L ; Non écimé : modalité A ; écimé 100% : modalité B ; écimé 100%+éléage : modalité.

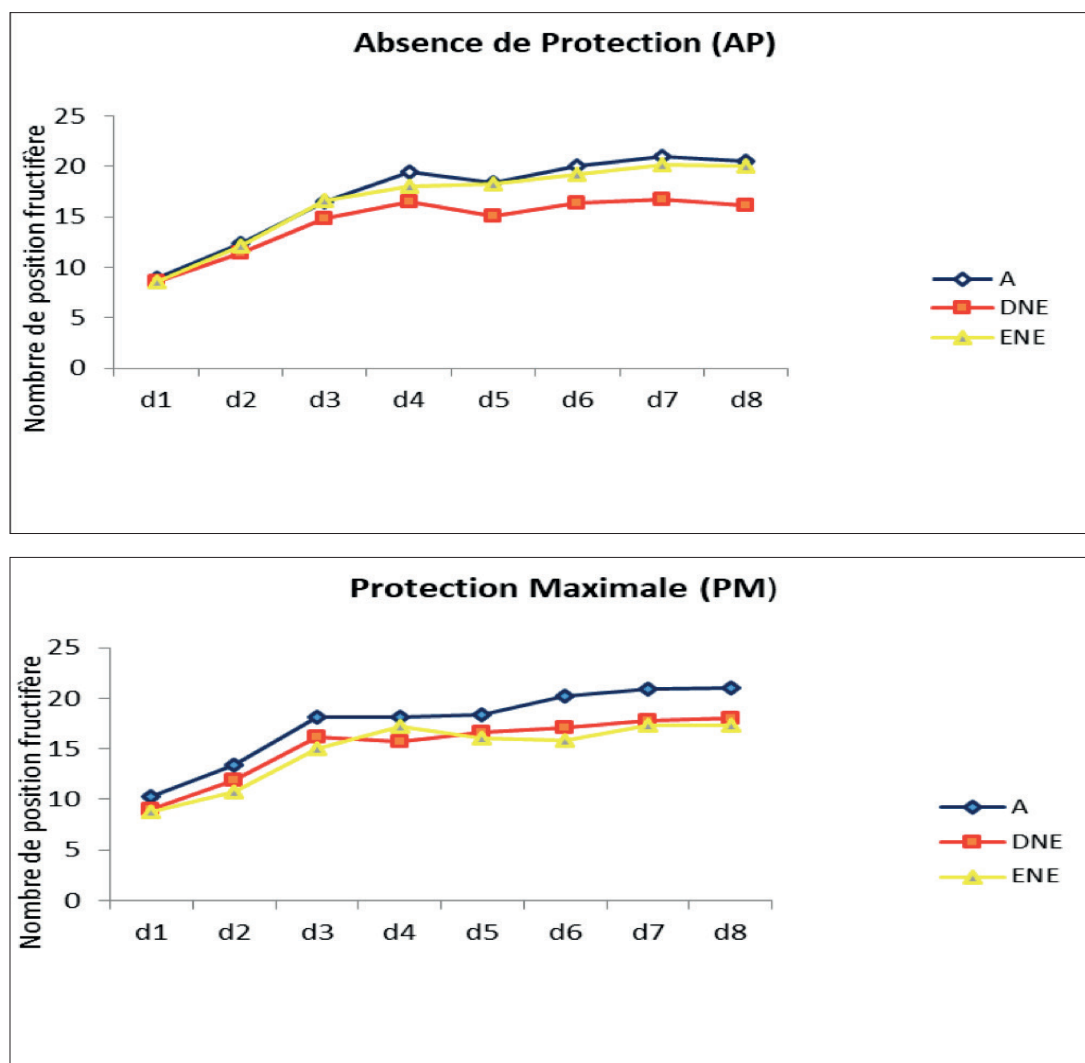


Figure 2 : Influence des cotonniers écimés sur leur voisin non écimés. A : non écimé ; DNE : modalité D non écimé ; ENE : modalité E non écimé ; d1: 58^{ième} J.A.L ; d2 : 65^{ième} J.A.L ; d3 : 72^{ième} J.A.L ; d4 : 79^{ième} J.A.L ; d5 : 86^{ième} J.A.L ; d6 : 93^{ième} J.A.L ; d7 : 100^{ième} J.A.L ; d8 : 107^{ième} J.A.L ; Non écimé : modalité A, écimé 100% : modalité B, écimé 100%+élagage : modalité

TAUX DE RÉTENTION DES ORGANES FRUCTIFÈRES DES MODALITÉS A, B, ET C

Pour ce qui concerne le taux de rétention, l'analyse de variance n'a pas permis de mettre en évidence une différence significative entre les modalités au 58^{ième} JAL et au 100^{ième} JAL. Par contre, au 107^{ième} JAL, les modalités écimées ont eu un effet significatif ($p=0,000$) pour ce qui concerne le taux de rétention (**Tableau 5**). Les modalités B et C sont équivalentes mais statistiquement différents de la modalité A non écimée. Le taux de rétention le plus faible au 107^{ième} JAL a été observé

avec la modalité A (61%) et le plus élevé a été observé avec les modalités B et C (81%) (**Tableau 5**). L'interaction Protection phytosanitaire et modalité n'est pas significative pour toutes les dates.

Tableau 5 : Taux de rétention (%) des organes fructifères des modalités A, B et C en fonction des dates à Farako pendant la campagne 2016-2017

Taux de rétention par date d'observation	58 ^{ième} JAL	65 ^{ième} JAL	72 ^{ième} JAL	79 ^{ième} JAL	86 ^{ième} JAL	93 ^{ième} JAL	100 ^{ième} JAL	107 ^{ième} JAL
Protection								
AP	96	92	90	88	83 b	78	75	73
PM	95	94	94	92	87 a	81	80	77
Probabilité	0,632	0,524	0,064	0,194	0,040	0,257	0,105	0,091
Modalité								
A	95	92	90	89	85	76	72	61 b
B	95	93	92	90	84	81	80	81 a
C	97	94	94	91	85	81	81	81 a
Probabilité	0,710	0,687	0,159	0,580	0,974	0,356	0,067	0,000
Interaction								
Moyenne générale	96	93	92	90	85	79	78	75
Probabilité	0,428	0,545	0,768	0,451	0,537	0,812	0,824	0,877
CV (%)	5,03	6,11	4,28	4,74	6,37	9,99	10,09	9,96

A : modalité non écimée ; B : modalité écimée à 100% ; C : modalité écimée à 100% + élagage ; NT : non traité, PM : protection maximale, BF : branche fructifère.

TAUX DE RÉTENTION DES ORGANES FRUCTIFÈRES DES MODALITÉS D ET E

L'analyse de variance n'a pas permis de mettre en évidence une différence significative aussi bien entre les parcelles protégées et non protégées qu'entre les modalités au 58^{ième} JAL et au 100^{ième} JAL en ce qui concerne le taux de rétention des organes fructifères des modalités D et E. Par contre, au 107^{ième} JAL, l'écimage a eu un effet significatif ($p = 0,002$) pour ce qui concerne les modalités écimées par rapport aux modalités non écimées. Ce résultat est similaire à celui observé avec les modalités A, B et C. Le taux de rétention le plus élevé a été observé avec la modalité E écimé qui est statistiquement équivalent de la modalité D écimé mais différent des modalités D et E non écimés (**Tableau 6**). L'interaction protection-écimage n'est pas significative.

Tableau 6 : Taux de rétention (%) des organes fructifères des modalités D et E en fonction des dates à Farako pendant la 2016-2017

Taux de rétention par date d'observation	58 ^{ième} JAL	65 ^{ième} JAL	72 ^{ième} JAL	79 ^{ième} JAL	86 ^{ième} JAL	93 ^{ième} JAL	100 ^{ième} JAL	107 ^{ième} JAL
Protection								
NT	95	95	93	89	84	80	76	73
PM	95	94	95	91	89	85	82	77
Probabilité	0,807	0,181	0,191	0,347	0,198	0,398	0,414	0,401
Modalité								
D	93	95	93	89	85	83	81	82 a
DNE	96	95	94	93	88	84	78	69 b
E	97	94	94	88	86	81	82	79 a
ENE	94	94	95	90	88	80	76	70 b
Probabilité	0,552	0,956	0,871	0,153	0,591	0,640	0,183	0,002
Interaction Moyenne générale	95	95	94	90	87	82	79	75
Probabilité	0,990	0,826	0,407	0,615	0,596	0,660	0,954	0,963
CV (%)	5,51	4,09	4,60	4,40	7,16	7,85	6,61	8,48

D : modalité écimée à 20%, DNE : modalité D non écimée à 20%, E : modalité écimée + élagage à 20%,
ENE : modalité E non écimée non élaguée à 20%.

Poids frais des capsules des branches fructifères 1, 3, 6 et 9

L'analyse de variance ne montre pas de différence significative en ce qui concerne le poids moyen frais des capsules en première position sur les branches fructifères 1, 3 et 9 aussi bien pour les parcelles protégées et non protégées que pour les modalités au 93^{ième} JAL (Tableau 7). Cependant, au niveau de la branche fructifère 6, l'analyse de variance a montré une différence significative aussi bien entre les niveaux de protection qu'entre les modalités ($p=0,028$ pour la protection phytosanitaire ; $p= 0,013$ pour les modalités). Les modalités écimées (B, C) sont statistiquement équivalents mais différents de la modalité non écimée (A). Le poids moyen de capsule le plus élevé a été observé avec la modalité écimée B (16g) et le plus faible poids moyen de capsule a été observé avec la modalité A non écimée (11g) (Tableau 7).

Tableau 7 : Poids moyen frais des capsules sur les branches fructifères 1, 3, 6 et 9 au cours de la campagne 2016-2017 à Farako.

Poids capsulaire par Branche Fructifère (BF)	BF1	BF3	BF6	BF9
Protection				
AP	19	18	12 b	4
PM	20	20	16 a	4
Probabilité	0,569	0,079	0,028	0,973
Modalité				
A	20	19	11 b	2
B	19	19	16 a	5
C	20	19	15 a	6
Probabilité	0,847	0,934	0,013	0,667
Interaction				
Moyenne générale	19	19	14	4
Probabilité	0,847	0,413	0,463	0,981
CV (%)	11,06	10,32	20,57	180,29

A : modalité non écimée ; B : modalité écimée à 100% ; C : modalité écimée à 100% + élagage ; AP : absence de traitement, PM : protection maximale, BF : branche fructifère.

DISCUSSION

La levée des plants constatée à partir du 4^{ième} jour après semis montre que les semences utilisées sont de bonne qualité. Ce constat a été fait par YAT'TARA, *et al.* 2015 à la station de N'Tarla avec la même variété (N'TA L88).

Par rapport à la densité de peuplement, la moyenne obtenue a été de 53 375 plants ha⁻¹ au démariage à un plant par poquet soit 85% par rapport à la densité théorique de 62500 plants ha⁻¹ et 50544 plants ha⁻¹ à la récolte soit 80% par rapport à la densité théorique. Entre le démariage et la récolte, une perte de 2831 plants ha⁻¹ soit 5% a été constatée. Cette perte est due à la présence d'une forte érosion sur les sols de l'expérimentation majoritairement sableux et aux opérations culturales. Nos résultats sont inférieurs à ceux obtenus par les travaux de SISSOKO *et al.* 2013 au démariage (58639 plants ha⁻¹) avec une densité de semis de 0,80m X 0,30 m et à deux plants par poquet, soit 70% de la densité théorique des plants ha⁻¹ (83333). A la récolte, nos résultats sont supérieurs à ceux obtenus par les mêmes auteurs (50 273 plants ha⁻¹), soit 60% de la densité théorique des 83333 plants ha⁻¹.

La hauteur moyenne la plus élevée (90,8 cm) a été obtenue avec les modalités non écimées pendant que les modalités écimées ont presque arrêté leur croissance. Ce

même constat a été fait pour ce qui concerne la production de nœuds. Le nombre de nœuds le plus important (18) a été observé avec les modalités non écimées. Ce résultat est similaire à celui obtenu par les travaux de recherche de RENOU et *al.* (2003) avec la variété STAM 59 A.

La présence de capsules le long des branches fructifères (apparition des positions fructifères successives) des cotonniers non écimés n'a pas été influencée par les cotonniers voisins écimés comme nous le suspicions en 2015 (**Figure 2**). Mais l'effet de l'écimage a augmenté le nombre de positions fructifères par branche fructifère au moins jusqu'à la 7^{ième} branche fructifère. Ce résultat confirme celui déjà trouvé par RENOU et *al.* (2015).

Aussi, les cotonniers écimés ont eu une capacité de rétention des organes fructifères supérieure (81%) par rapport à ceux non écimés (61%) au 107^{ième} JAL), période à laquelle le cotonnier rentre dans la phase d'achèvement de son cycle végétatif. LAWSON (2009) a trouvé un taux de rétention de 55,5%, ce qui est largement inférieur à nos résultats. Pour ce qui concerne le poids moyen des capsules, nos résultats ont montré l'effet significatif de l'écimage au niveau de la branche fructifère N°6 (BF6). Mais de façon générale, le poids moyen frais des cotonniers écimés (15g) est supérieur au poids moyen frais des cotonniers non écimés (13 g). Ce résultat est inférieur à celui trouvé par LAWSON (2009) qui est de 17,75g. L'écimage est une technique qui augmente le processus d'élaboration de la production même si le cotonnier n'est pas protégé

CONCLUSION

L'expérimentation a été conduite sur des sols très sableux avec des taux de matière organique très faibles. Des pertes de plants ont été constatées entre le démarrage et la récolte au niveau des différentes modalités. Ces pertes peuvent être liées à l'effet de l'érosion mais aussi aux opérations culturales. Les cotonniers écimés n'ont pas eu d'influence sur les cotonniers voisins non écimés. Par contre, nos résultats montrent une augmentation du nombre de positions fructifères par branche fructifère lorsque des cotonniers sont écimés.

La capacité de rétention des organes fructifères est améliorée chez les cotonniers écimés. L'écimage est une technique qui augmente le processus d'élaboration de la production même si le cotonnier n'est pas protégé. Par contre, des études complémentaires sont nécessaires pour mieux élucider l'effet de l'écimage sur le rendement coton graine.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABD-EL-MALIK, R.R., EL-SHAHAWY, M.I.M. 1999. Effect of hill spacing and removal of terminal bud (topping), terminal square of sympodia (pruning) or both at different plant height of Giza 89 cotton cultivar. *Egyptian Journal of Agricultural Research*. 77, 1725-1740.
- ABOU-EL-NOUR, M.S., WASSEL, O.M.M., ISMAIL, S.M. 2001. Response of Giza 80 cotton cultivar to some cultivar practices to control excessive vegetative growth. *Egyptian Journal of Agricultural Research*. 79, 191-204.
- ALEEY, B., SOLONIN, V., LESNIKOVSKII, A. 1991. Methods of cotton topping. *Khlopkovodstvo*. 13-16
- BROWN, A.W., HALL, D.E., MACGREGOR, K.B. 2002. Insect footsteps on leaves stimulate the accumulation of 4-aminobutyrate and can be visualized through increased chlorophyll fluorescence and superoxide production. *Plant Physiology*. 129, 1430-1434.
- CMDT, 2015. Rapport bilan de la campagne 2014/2015 de la Compagnie Malienne pour le Développement des Textiles.
- EL-HANAFI, H.R., ABD-EL-DAYEM, M.A., ELOKLA, A.F.H. 1982. Influence of topping on cotton yield and other characteristics. *Agricultural Research Review*. 60(9), 153-163.
- EL-SHAHAWY, M.I.M. 2000. Attempts to control excessive vegetative growth of cotton. *Egyptian Journal of Agricultural Research* 78, 1181-1193.
- FAO, 2013. Revue des Politiques Agricoles et Alimentaires au Mali. Rapport pays, Février 2013. Pages 217
- LAWSON, J.A. 2009. Effet de différentes pratiques de taille sur l'amélioration des performances agronomiques du cotonnier *G. hirsutum* L. Thèse en Science Agronomique Université de Parakou Bénin. 76pp.
- NASR, E.A., AZAB, A.K. 1969. Effect of cutting the terminal shoots of cotton plants (topping) on rate of bollworm infestation, cotton yield and fibre quality. *Bulletin de la Société Entomologique d'Egypte*. 53, 325-337.
- OBASI, M.O., MSAAKPA, T.S. 2005. Influence of Topping, Side Branch Pruning and Hill Spacing on Growth and Development of cotton (*Gossypium barbadense* L.) in the Southern Guinea Savanna Location of Nigeria. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics* 106 (2), 155-165.
- PANG, Z.C. 1981. Light energy analysis of directly sown cotton after the wheat harvest in the suburbs of Shanghai and the Hangzhou Bay coast areas. *Shanghai Agricultural Science and Technology (Shanghai Nongye Keji)*. 11-13.
- PIRT. (1986). Les ressources terrestres au Mali. Rapport technique. Volume II Gouvernement de la République du Mali. USAID/TAMS B3-B41.
- RENOU, A., TOGOLA, M., TERETA, I., BAGAYOKO, B. 2003. Recherches et études phytosanitaires

- conduites au Mali. Rapport de la campagne 2003. 194 pp.*
- RENOU.A. (2013). *Protection intégrée des cultures: de la limite des approches à l'échelle de la parcelle, deux exemples concernant la culture cotonnière conventionnelle au Mali. Paris: In: séminaire PIC INRA-CIRAD.*
- RENOU.A. (2015). *Synthèse des études conduites au Mali à propos de l'écimage des cotonniers en cours de campagne. Rapport de synthèse, CIRAD UPR 102 , 23 p.*
- RETA-SANCHEZ, D.G., FOWLER, L.J. 2002. *Canopy light environment and yield of narrow-row cotton as affected by canopy architecture. Agronomy Journal. 94, 1317-1323.*
- SAWAJI, B.V., KHAN,I.A., LANJEWAR, B.K. 1994. *Effect of topping with different levels of nitrogen and phosphorus on the growth and yield of cotton (variety AK-8401).PKV Research Journal. 18, 102-103.*
- SISSOKO.F, & TRAORE.A. (2013). *Rapport annuel du projet système de production biologique. 8 p.*
- SIDDIQUE, M.R.B., PRASAD, M., GAUTAN, R.C. 2002. *Response of cotton (G. hirsutum) to mepiquat chloride and topping under varying levels of nitrogen. Indian Journal of Entomology. 47, 550-555.*
- SISSOKO.F. (2009). *Association de la fertilité organique et minérale sur le rendement du cotonnier dans les différents zones Agro-écologiques des pays du C4.*
- YATTARA. A, ET KASSABARA. ELM, (2015). *Rapport annuel du projet Mise au point de variétés (ordinaires et glandless) de cotonnier à rendement stable de coton graine, à qualité technologique de fibre améliorée et à forte potentialité des graines. 72p.*
- YANG, Y., OUYANG, Z., YANG, Y., LIU, X. 2008. *Simulation of the effect of pruning and topping on cotton growth using COTTON2K model Field Crops Research 106, 126-137.*

COMPARAISON DE LA PRODUCTION DU COTON BIOLOGIQUE ET DU COTON CONVENTIONNEL DANS UN SYSTÈME PÉRENNE DANS LE MALI-SUD

SISSOKO Fagaye, Institut d'Economie Rurale, Centre Régional de Recherche Agronomique de Sikasso

FLIESSBACH Andreas, Research Institute of Organic Agriculture (FiBL) Suisse

GLIN Laurent, FiBL Terrain Expert en socio-économie du Projet Syprobio

DABIRE Remy, FiBL Terrain Coordinateur sous régional du Projet Syprobio

*Auteur correspondant : SISSOKO Fagaye, CRR4 Sikasso, BP 16,
E-mail : fagaye_sissoko@yahoo.fr*

RÉSUMÉ

L'augmentation du prix des intrants et la baisse des rendements du coton constatée dans le système conventionnel depuis une vingtaine d'années ont obligé les producteurs de coton à réfléchir à d'autres stratégies de production. Ainsi, l'introduction de l'Agriculture Biologique en Afrique de l'Ouest centrée autour du coton depuis 1999 a démontré que cette forme de production a un vrai potentiel d'augmenter les revenus et d'améliorer la sécurité alimentaire des petits Producteurs (source ?). Le projet "Amélioration des revenus et de la sécurité alimentaire des producteurs à travers des Systèmes de Production Biologique diversifiés (SYPROBIO)" a été exécuté dans trois pays Bénin, Burkina Faso et Mali pendant cinq ans (2011 à 2015). L'objectif de l'étude visait à identifier, tester et disséminer les techniques et stratégies d'une production biologique diversifiée, rentable, durable et adaptée au changement climatique. Un essai pérenne permettant de comparer des systèmes de production biologique et conventionnel et d'évaluer l'effet additionnel d'une diversification des cultures a été conduit à Farako, région de Sikasso au Sud du Mali. Le rendement moyen du coton a été de 921 kg/ha pour l'objet 1 (200 kg de complexe coton/ha + 50 kg d'urée/ha), 1044 kg/ha pour l'objet 2 (3 tonnes de fumure organique/ha + 150 kg de complexe coton /ha + 50 kg d'urée/ha) et 702 kg/ha pour l'objet 3 (5 tonnes de de fumure organique/ha). L'analyse économique a donné un gain de 146750 FCFA pour l'objet 1, 187000 F CFA pour l'objet 2 et 176056 F CFA pour l'objet 3. En culture biologique, les rendements du maïs sont faibles 2 712 kg/ha contre 5 208 dans le système conventionnel. Le sorgho a donné des rendements similaires 1 818 kg/ha pour le système conventionnel et 1 579 kg/ha pour le biologique. L'apport de la fertilisation organo-minérale a permis d'améliorer les rendements.

Mots clés : Fertilisation, biologique, minérale, pérennisation, revenus

ABSTRACT

Over 20 years, cotton producers have been forced to think about another option of production strategies due to the increase in inputs prices and the declining of cotton yields observed in the conventional system. Thus, the introduction of organic farming in West Africa mainly cotton has been centered on it since 1999. It has shown that this form of organic farming production has a real potential to increase incomes, improve smallholder farmers food security. The project "Amélioration des revenus et de la sécurité alimentaire des producteurs à travers des Systèmes de Production Biologique diversifiés (SYPROBIO) has been conducted in three countries Benin, Burkina Faso and Mali from 2011 to 2015. The objective of this study was to identify, test and spread techniques and strategies of diversified organic farming, sustainable, efficient adopted of climate change. A long term trial has been conducted in Farako, Sikasso region in Southern Mali allowing to compare organic production system and conventional and assess the additional effect of crop diversification. The average yield of cotton were 921 kg/ha for objet 1 (200 kg of cotton complex per ha + 50 kg of urea per ha), 1044 kg/ha for objet 2 (3 tons of organic manure per ha + 150 kg of cotton complex per ha + 50 kg of urea per ha) and 702 kg/ha for objet 3 (5 tons of organic manure per ha). The economic analysis has shown an earnings of 146750 FCFA for the objet 1, 187000 F CFA for the objet 2 and 176056 F CFA for the objet 3. In organic farming, maize yield 2 712 kg/ha were low compare to conventional system were 5 208 kg/ha. For sorghum which yield were similar in conventional system around 1 818 kg/ha and 1 579 kg/ha in organic farming. Application of chemical fertilization has permitted to improve yield per hectare.

Key words: Fertilization, Organic, chemical, sustainability, incomes.

INTRODUCTION

Le coton est la principale culture de rente pour les producteurs du Mali-Sud, il occupe une place prépondérante dans les économies de la région, représentant 50 % des recettes à l'exportation pour le Mali. Cependant, le coton est considéré par certains comme l'une des cultures les plus polluantes au monde. Elle consomme jusqu'à 25% des insecticides utilisés, pour seulement 2,4% des terres cultivées (FAO, 2015). L'application de pesticides en agriculture cotonnière peut avoir des impacts négatifs sur la santé humaine et l'environnement, ainsi que sur la productivité de la plante.

L'introduction de l'agriculture biologique et du commerce équitable en Afrique de l'Ouest centrée autour du coton depuis 1999 avec la mise en place d'un système associant coton-céréales-élevage, a démontré que cette forme de production a un vrai potentiel d'augmenter les revenus et d'améliorer la sécurité alimentaire et de la fertilité des sols des petites productrices et producteurs (Bonassieux, 2002 ; Belières *et al.*, 2002, Dufumier *et al.*, 2006 ; Devèze *et al.*, 2004 ; Hugon, 2005 a et b). La diversification de ces cultures biologiques dans la rotation vise à protéger la productivité en dépit du changement climatique constaté dans nos différentes zones de production.

De nombreuses publications ont démontré l'impact positif de l'agriculture biologique sur l'environnement, la fertilité du sol et la biodiversité (Fliessbach *et al.*, 2007 ; Mäder *et al.*, 2002). A travers l'amélioration de la fertilité des sols et la diversification des systèmes de production, l'agriculture biologique a également un potentiel reconnu de contribuer à l'adaptation au changement climatique (Voie Rurale Institute / FiBL 2009). Elle peut permettre de renforcer la sécurité alimentaire grâce à une plus grande diversité des cultures et à l'amélioration du rendement (FAO, 2007), ce qui rend le système résilient.

L'objectif de cette recherche en station est de développer des systèmes de production biologique optimisés concordant avec les conditions agro climatiques de la zone incluant les cultures de rotation (maïs, sorgho, sésame, niébé, arachide et hibiscus). Dans le dispositif mis en place, une comparaison est faite entre systèmes biologiques et conventionnels établis par rapport à l'assolement, aux fertilisants appliqués (minéraux et organiques) et aux rendements.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

CARACTÉRISTIQUES DU SITE DE L'ÉTUDE

L'expérimentation a été conduite dans la sous station de Farako dans la région de Sikasso dans le Sud du Mali avec comme coordonnées géographiques N 11°12' 35,0" ; W 005° 27' 27,6" avec une altitude de 410 m. La zone agro-écologique est du type Soudanien sud (PIRT, 1986). La pluviométrie moyenne interannuelle des dix

dernières années a été de 1 218 mm en 89 jours de pluie. La pluviométrie enregistrée en 2012 a été de 1233 mm en 96 jours de pluie contre 1050 en 80 jours de pluie en 2013. Les teneurs en sable, limon et argile sont respectivement de 5%, 11% et 84% dans l'horizon 0-20 cm de profondeur. Ce sol est non seulement pauvre en matière organique (0,79%), mais il est aussi acide avec un pH de 5,8. Cependant, le pH est supérieur au seuil de 5,5 retenu comme réduisant considérablement la croissance et les rendements des cultures (Kamprath, 1970 ; Doumbia, 2009). La teneur en matière organique est de 0,8%, supérieur au seuil de 0,6% au-dessous duquel la culture du coton est compromise (Piéri, 1989). Les teneurs en bases échangeables sont faibles. La capacité d'échange cationique est très faible (1,79). L'horizon 20-40 cm est plus pauvre que l'horizon 0-20 cm. D'une manière générale, ces sols sont très pauvres et ont véritablement besoin d'amendement organique pour produire.

MATÉRIEL

Pour la conduite de l'expérimentation, les variétés suivantes ont été utilisées: coton (STAM 59 A), maïs (SUWAN 1 SR ou Sotubaka), sorgho (Tiendougoucouira), Niébé (Sangaraka), Arachide (variété précoce 47-10), Sésame (Bigarrée) et Hibiscus (roselle R 72-1).

Le complexe coton ($14\text{ N}-18\text{ P}_2\text{O}_5-18\text{ K}_2\text{O}+6\text{ S}+1\text{ B}_2\text{O}_3$), le complexe céréale ($15\text{ N}-15\text{ P}-15\text{ K}$) et l'urée (46% N) ont été utilisés pour la fertilisation minérale (FM). Le fumier de parc produit à Farako a été utilisé comme fumure organique (FO). Dans le système conventionnel, le traitement calendaire (une application chaque 14 jours) a été utilisé avec deux types d'insecticides : les deux premiers traitements insecticides ont été faits avec du TENOR 500 (profenofos 500 g / l) à la dose de 1 litre/ha et les quatre derniers traitements ont été effectués avec du CAPT 88 EC (cyperméthrine / acétamipride à 72 / 16 g / l) à la dose de 0,5 litre / ha.

Dans le système biologique, le traitement insecticide a été fait avec 2 kg Neem (*Azadirachta indica*) concassé macéré dans 12 litres d'eau pendant 3 à 7 jours + 120 ml huile Kobi (*Carapa procera*) au moment du traitement (pour un hectare).

MÉTHODES

Le dispositif expérimental comprend 5 objets en 6 répétitions (**Tableau 1**). La dimension des parcelles élémentaires est de 12 m x 9 m soit 108 m². Les écartements au semis pour les différentes cultures ont été : Coton : 0,80 m x 0,30 m, démarré à 2 plants / poquet ; Arachide variété précoce: 0,40 m x 0,15 m, démarré à un plant / poquet ; Sésame : 0,50 m x 0,25 m, démarré à 2 plants / poquet et Hibiscus : 0,50 m x 0,2 m, démarré 2 plants / poquet.

Tableau 1 : Plan de rotation pratiquée dans l'essai pérenne avec les quantités de FO

	2011	FO	2012	FO	2013	FO	2014	FO	2015	Nombre des cultures
Objet 1	Maïs	0	Coton	0	Maïs	0	Coton	0	Maïs	2
Objet 2	Maïs	3	Coton	0	Sorgho	3	Coton	0	Maïs	3
Objet 3	Maïs	5	Coton	3	Sorgho	5	Coton	3	Maïs/Niébé	4
Objet 4	Maïs	0	Arachide	3	Sorgho	5	Coton	3	Maïs/Niébé	5
Objet 5	Maïs	3	Sésame/ Hibiscus	3	Maïs / Niébé	3	Coton	3	Maïs / ara- chide	6

Différents objets en comparaison

Les quantités de fertilisants utilisées dans les parcelles du système conventionnel figurent dans le **tableau 2**. Celles utilisées dans les parcelles du système biologique figurent dans le **tableau 3**.

Tableau 2 : Quantités de fertilisants utilisées dans les différents objets

	Conventionnel 1 (Objet 1)		Conventionnel 2 (Objet 2)		
	Coton	Maïs	Coton	Sorgho	Maïs
FM	200 kg Ccoton + 50 urée	100 kg Ccéréale 150 kg urée	150 kg Ccoton + 50 urée	100 kg de DAP + 50 kg urée	100 kg Ccéréale + 150 kg urée
FO	0	0	3 tonnes	0	0

Légende : FM = fumure minérale, FO = fumure organique, Ccoton = Complexe coton, Ccéréale = Complexe céréale

Tableau 3 : Quantités de fertilisants utilisées dans les différents objets

	Biologique 1(Objet 3)				Biologique 2(Objet 4)				Biologique 3(Objet 5)			
	Cot	Sor	Cot	M /N	A	Sor	Cot	M/N	Sés	M /N	Cot	M /A
FO	5t	3t	5t	3t	0t	3t	5t	3t	3t	3t	3t	3t

Légende Cot = coton, Sor = sorgho, M/N = Maïs / Niébé, Sés = sésame, M/A = Maïs / Arachide, t = tonne.

PARAMÈTRES À ÉVALUER

Les échantillons de sol ont été analysés au Laboratoire de sols du Cirad Montpellier en France et au laboratoire Sol-Eau-plante de Sotuba (détermination du pH). Les échantillons de fumure organique ont été analysés au laboratoire de sols FiBL en Suisse.

Les nombres de poquets et de plants sur les quatre lignes centrales au démariage et à la récolte ont été estimés. Un Mapping simplifié (positionnement des capsules

sur le cotonnier) a été réalisé sur 5 plants de la ligne centrale de chaque parcelle élémentaire. Les branches végétatives et fructifères ainsi que les capsules situées sur les différentes positions ont été comptées. Le poids coton grain par parcelle utile a été estimé pour l'estimation du rendement.

Les données collectées ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) à l'aide du logiciel GenStat. Le test de Newman-Keuls a été choisi pour la comparaison des moyennes lorsque l'analyse de variance révèle des différences significatives entre les objets au seuil de 5%.

RÉSULTATS

ANALYSE DES ÉCHANTILLONS DE LA FUMURE ORGANIQUE ET DE SOLS

Le **Tableau 4** présente les résultats de l'analyse de la FO produite à Farako. Le pH est de 9,15 avec des teneurs assez élevées en NPK. L'application de cette FO a permis d'apporter de quantités importantes d'éléments nutritifs aux plantes.

Tableau 4. Teneur en éléments fertilisants du compost produit à Farako

Paramètre	Teneur
pH	9,15
Densité apparente	0,29 kg.l ⁻¹
Total-N Kjeldahl	23,30 g.kg ⁻¹
N-NH ₄	531,00 mg.kg ⁻¹
N-NO ₃	0,95 mg.kg ⁻¹
Nmin	532,10 mg.kg ⁻¹
C/N ratio	19,11
P ₂ O ₅	4,48 kg.t ⁻¹
K ₂ O	17,86 kg.t ⁻¹
Ca	9,86 kg.t ⁻¹
Mg	4,97 kg.t ⁻¹
S	2,75 kg.t ⁻¹

Les résultats des estimations du pH eau obtenus figurent dans la Figure 1.

Le pH estimé dans les parcelles de l'objet 1 en fin novembre 2014 après la récolte du coton, montre que qu'il est légèrement inférieur au pH de la situation initiale.

Pour les autres systèmes de culture (objet 2 et objet 3) l'apport de la fumure organique a permis d'améliorer le pH aussi bien dans l'horizon de surface 0 – 20 cm que dans l'horizon de profondeur 20 – 40 cm. L'augmentation a été beaucoup plus intéressante dans les parcelles de l'objet 3. Le pH de la FO apportée a été de 9,15.

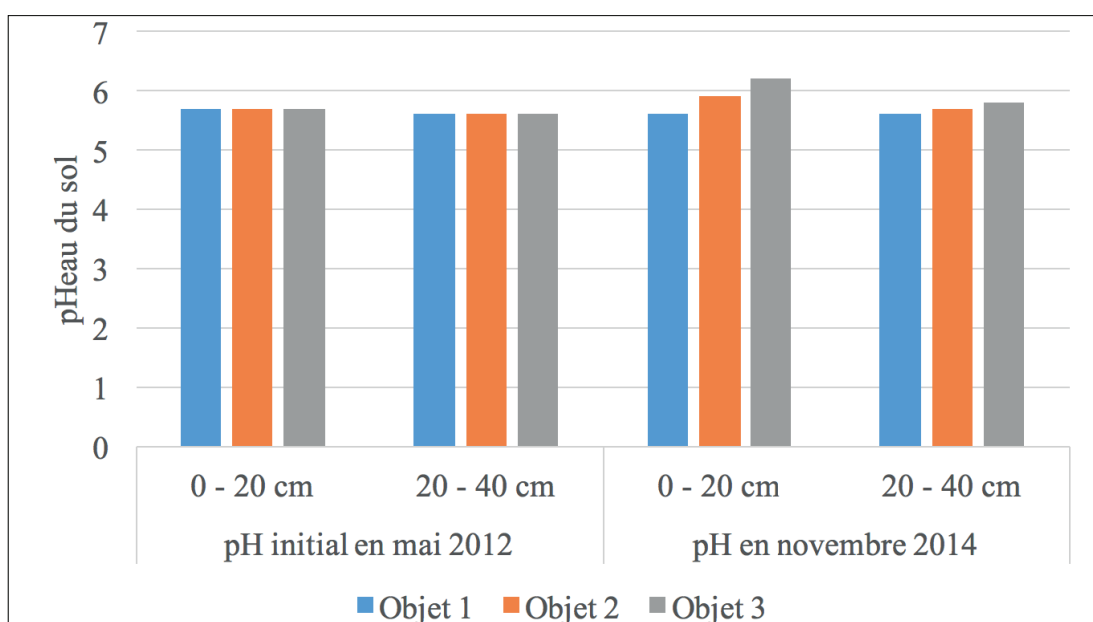


Figure 1 : Evolution du pH dans les parcelles des différents systèmes de culture

ANALYSE DES DONNÉES OBTENUES DES PARCELLES COTON

Estimation du nombre de poquets et de plants après le démariage et à la récolte

La Figure 2 présente l'estimation du nombre de poquets et de plants par hectare après le démariage et à la récolte. L'analyse statistique du nombre moyen de poquets par hectare dans les différents objets n'a pas montré de différence significative aussi bien après le démariage ($p = 0,910$) qu'à la récolte ($p = 0,590$). Entre le démariage et la récolte, des pertes de poquets ont été constatées. Ces pertes ont été plus importantes dans les parcelles de l'Objet 1.

L'effet année n'a pas été significatif ($p = 0,950$) pour 2012 et ($p = 0,640$) pour l'année 2014. L'interaction n'est pas elle aussi significative.

Aucune différence significative n'est observée entre le nombre moyen de plants dans les différents objets (figure 2) aussi bien après le démariage ($p = 0,900$) qu'à la récolte ($p = 0,970$). Après le démariage, le pourcentage de plants dans l'objet 1 était de 90 % par rapport à la densité théorique de 83333 plants/ha. Celui de l'objet 2 était de 87 % contre 91 % pour l'objet BIO1. Entre le démariage et la récolte, des pertes de plants ont été constatées. Les pourcentages étaient de 80, 79 et 80 respectivement pour l'objet 1, l'objet 2 et l'objet 3. L'effet année n'a pas été significatif ($p = 0,720$) pour le nombre de plants après démariage et à la récolte ($p = 0,430$).

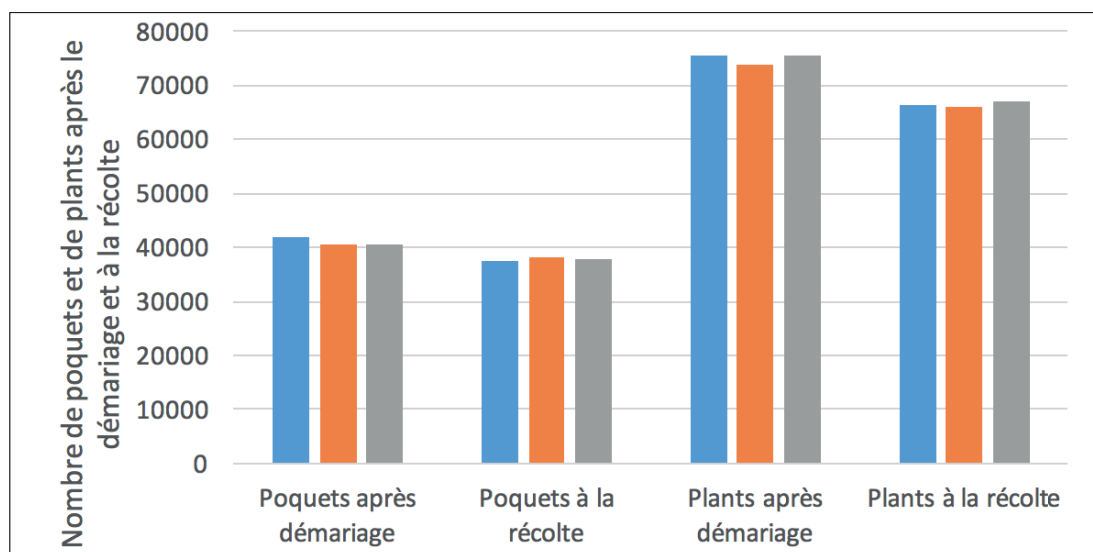


Figure 2: *Nombre moyen de poquets et de plants après démariage et à la récolte à Farako au cours des deux campagnes.*

Estimation de la hauteur des plants

L'estimation de la hauteur faite au 90^{ème} jour après la levée a montré que les cotonniers n'étaient pas très grands de taille. Les plants de l'objet 1 mesuraient 87 cm contre 90 cm pour les plants de l'objet 2 et ceux de l'objet 3 avaient une hauteur de 65 cm. L'analyse a montré que les plants de l'objet 3 étaient statistiquement plus petits que ceux de l'objet 1 et objet 2 qui étaient équivalents entre eux.

Estimation du nombre moyen de capsules par plant

La Figure 3 présente le nombre de capsules obtenus dans les parcelles des différents objets. Les capsules de base (situées sur les premières positions des cinq premières branches fructifères) sont bien présentes, en moyenne trois capsules sur les cinq. Aucune différence significative ($p = 0,800$) n'a été observée entre les différents objets. L'effet année n'est pas significatif ($p = 0,170$). L'interaction (année X systèmes de culture) n'est pas significative ($p = 0,750$).

Pour les capsules situées en position médiane sur les premières positions des branches fructifères (BF) situées entre la 6^{ème} et la 10^{ème}, deux capsules sur les cinq étaient présentes. L'analyse de variance a montré une différence significative ($p = 0,000$) entre les objets. L'effet année n'est pas significatif ($p = 0,150$). L'interaction (année X systèmes de culture) n'est pas significative ($p = 0,640$).

Très peu de capsules ont été observées au-dessus de la 11^{ème} BF. L'effet année et l'interaction année x objet ne sont pas significatifs.

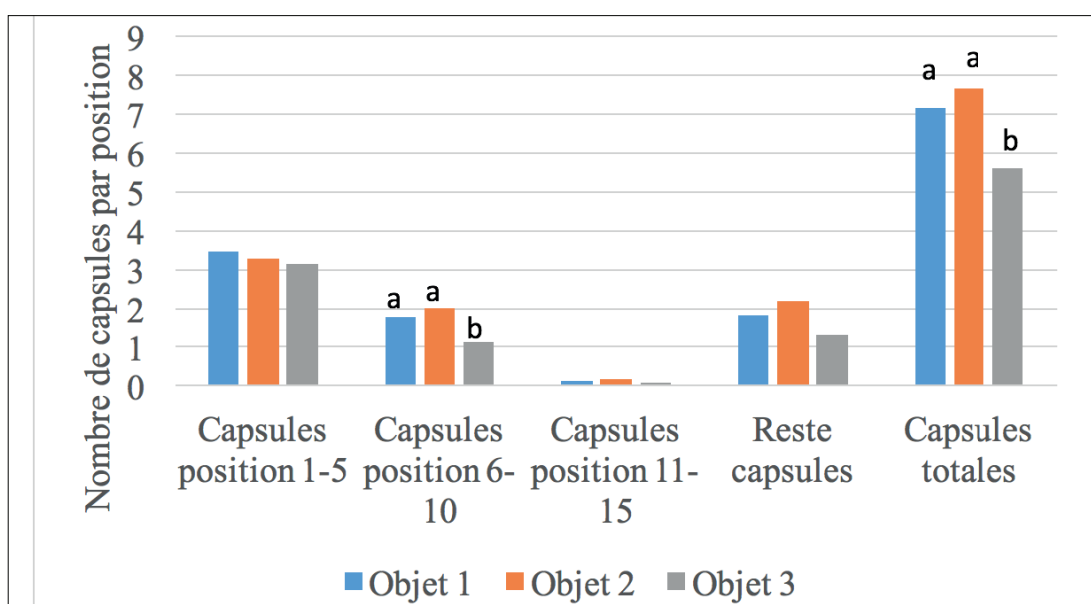


Figure 3: Nombre moyen de capsules par plant dans les différents objets à Farako au cours des deux campagnes

Estimation du poids moyen capsulaire (PMC)

Le Tableau 5 présente le PMC des capsules situées sur les différentes positions. Les capsules situées sur les cinq premières positions des cinq premières BF ont les PMC les plus élevés (en moyenne 3,87 g). L'analyse statistique n'a pas montré de différence significative entre les PMC des différents objets. L'effet année est significatif pour le PMC des capsules pour toutes les positions. Cependant, aucune différence significative n'a été observée au niveau de l'interaction.

Tableau 5 : Poids moyen capsulaire (en g) des différents objets à Farako au cours des deux campagnes

Objet	Capsules position 1-5	Capsules position 6-10	Capsules position 11-15	Reste capsules
Système de culture				
Objet 1	3,90	3,33	2,35 ab	3,14
Objet 2	3,94	3,43	3,70 a	3,02
Objet 3	3,76	3,53	1,00 b	3,54
Moyenne	3,87	3,43	2,35	3,23
Probabilité	0,46	0,71	0,04	0,9
Effet année				
2012	4,24 a	4,00 a	3,27 a	3,61 a
2013	3,50 b	2,85 b	1,43 b	2,85 b

Objet	Capsules position 1-5	Capsules position 6-10	Capsules position 11-15	Reste capsules
Moyenne	3,87	3,43	2,35	3,23
Probabilité	0,001	0,0001	0,02	0,01
Interaction	NS	NS	NS	NS

Evaluation du rendement

L'analyse statistique du rendement moyen obtenu avec les différents systèmes de culture ($p = 0,006$) montre une différence significative (**figure 4**). Le meilleur rendement (1044 kg/ha) a été obtenu avec le système de culture de l'objet 2 (3 tonnes de FO/ha + 150 kg de NPK /ha + 50 kg d'urée/ha). Le rendement obtenu avec l'objet 1 (Coton : 0 t de FO/ha + 200 kg de complexe coton /ha + 50 kg d'urée/ha) est statistiquement équivalent à celui du système de culture de l'objet 3 (Coton : 5 tonnes de FO/ha).

Les rendements moyens en 2012 ont été supérieurs à ceux de 2013. L'objet 1 avait un rendement moyen de 964 kg/ha en 2012 contre 878 en 2013. L'objet 2 avait un rendement moyen de 1211 kg/ha en 2012 contre 877 kg/ha en 2013. Dans les parcelles de l'objet 3, les rendements étaient de 815 kg/ha en 2012 contre 589 kg/ha en 2013.

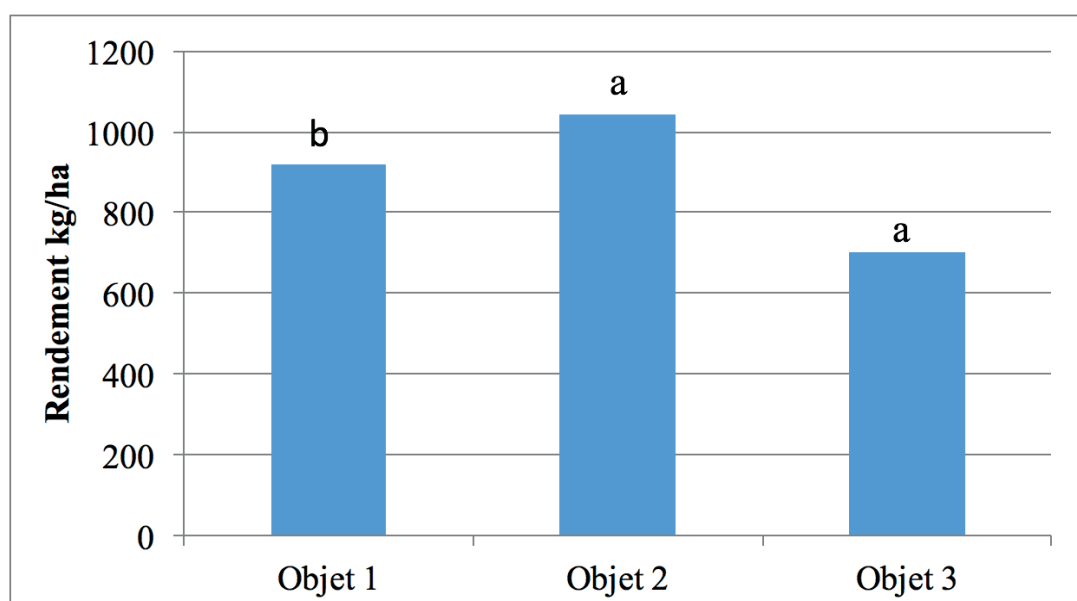


Figure 4 : Rendement moyen obtenu au cours des deux campagnes (2012/2013 et 2013/2014) à Farako

3.2.6. Evaluation de la marge brute obtenue avec le coton

Le meilleur profit a été réalisé avec l'objet 2 avec un gain de 187 000 FCFA (**Tableau**

6). L'objet 1 qui a utilisé plus engrais minéraux a la plus faible marge brute (146 750 F CFA). Cela s'explique par le prix de la fertilisation minérale apportée. La marge brute du coton biologique se situe entre celle des deux cotons conventionnels.

Tableau 6 : *Evaluation de la marge brute en francs CFA des différents objets*

Systèmes de culture	Rendement (kg/ha)	Prix de vente du coton	Montant perçu	Dépenses effectuées	Gain
Objet 1	921	250	230 250	83 500	146 750
Objet 2	1044	250	261 000	74 000	187 000
Objet 3	702	328	230 256	54 200	176 056

ANALYSE DES DONNÉES OBTENUES AVEC LES CÉRÉALES

Evaluation du nombre de poquets et de plants à récolte du maïs

L'analyse de variance n'a pas montré de différence significative ($p = 0,220$) entre le nombre de poquets par hectare à la récolte (**figure 5**). Le nombre moyen de poquets a été de 27 756, soit 89% par rapport au nombre théorique (31 250 poquets/ha). Cependant, une différence significative ($p = 0,010$) a été observée entre le nombre de plants. Le nombre de plants dans la parcelle de l'objet 1 a été supérieur à celui de l'objet 5. Le nombre moyen de plants a été de 47 201, soit 76% par rapport au nombre théorique (62 500 plants/ha).

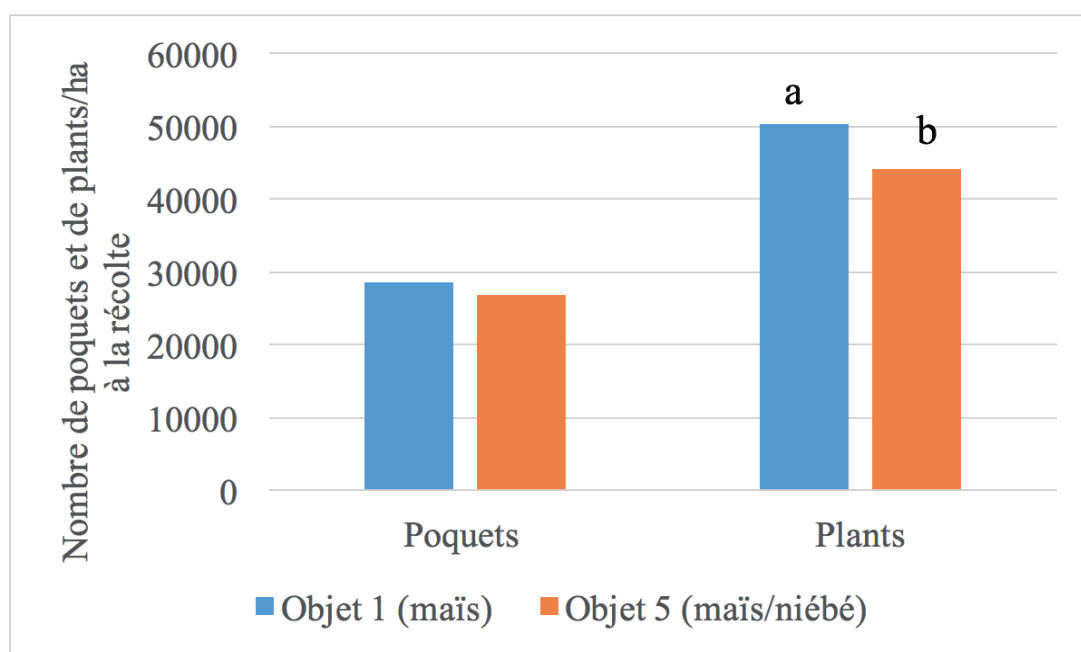


Figure 5 : *Nombre de poquets et de plants à la récolte à Farako*

Rendement du maïs et du niébé

L'analyse statistique a montré une différence hautement significative ($p = 0,0004$) entre le rendement des différents objets. Le rendement du maïs conventionnel a été le double de celui du maïs biologique (5208 kg/ha contre 2712 kg/ha). Le rendement obtenu dans la parcelle de niébé a été faible 93 kg/ha.

La marge brute obtenue avec le maïs conventionnel a été de 458 300 FCFA contre 241 200 F CFA pour le maïs du système biologique. La marge brute obtenue avec le niébé en association a été de 27 900 F CFA.

Evaluation du nombre de poquets et de plants à la récolte du sorgho

Aucune différence significative n'a été observée entre le nombre de poquets ($p = 0,630$) et de plants ($p = 0,910$) par hectare dans les parcelles de sorgho à la récolte (**figure 6**). Le nombre moyen de poquets par hectare à la récolte a été de 29 615 contre 70950 plants/ha.

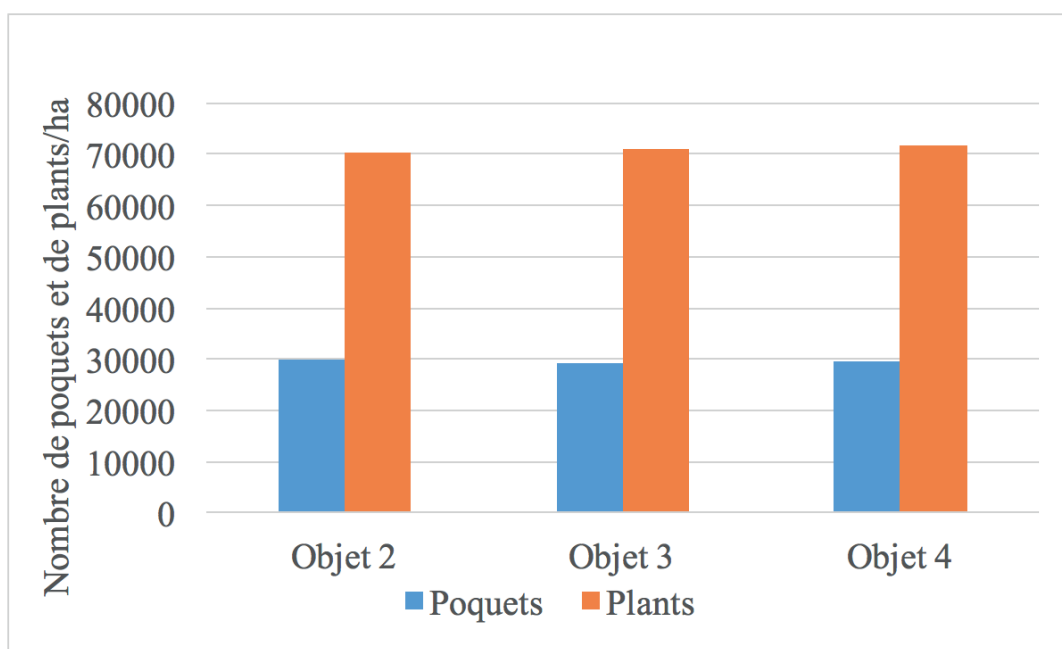


Figure 6 : Nombre de poquets, de plants à la récolte à Farako au cours de la campagne 2013/2014

Rendements obtenus avec des différents systèmes de culture

L'analyse statistique n'a pas montré de différence significative entre les rendements obtenus avec les différents systèmes de culture : objet 2 = 1819 kg/ha ; objet 3 = 1580 kg/ha et objet 4 = 1558 kg/ha. Avec un apport de 3 tonnes de F.O. par hectare après une précédente arachide, le rendement du sorgho est statistiquement équivalent au rendement obtenu avec un précédent coton biologique avec 5 tonnes

de F.O par hectare et au rendement du coton conventionnel avec 3 tonnes de F.O. Le sorgho est une culture moins exigeante en fertilisant ce qui a permis d'avoir des rendements intéressants avec l'utilisation de la F.O seule.

Evaluation de la marge brute obtenue avec le sorgho

Il n'y a pas une grande différence entre les marges brutes obtenues avec les différents systèmes de culture. La différence entre l'objet 2 et l'objet 3 a été de 2375 F CFA et la différence entre l'objet 2 et l'objet 4 a été de 5125 F CFA.

ANALYSE DES DONNÉES OBTENUES AVEC L'ARACHIDE, LE SÉSAME ET L'HIBISCUS

Le rendement moyen de l'arachide biologique au cours des deux campagnes est de 974 kg/ha. Ce rendement est comparable à la moyenne nationale qui est d'une tonne par hectare. Les rendements des deux autres cultures (sésame et hibiscus) ont été faibles au cours des deux campagnes.

DISCUSSION

L'écart entre le cumul de la pluviométrie enregistrée en 2012 et 2013 a été de 183 mm, cette variabilité de la pluviométrie est un facteur très important qui peut jouer négativement sur le rendement des cultures et cela a été constaté par beaucoup d'auteurs (Ingram *et al.*, 2002 ; Sivakumar, 1988, Stern *et al.*, 2006). Cependant, certains auteurs ont montré que le coefficient de corrélation entre la production du coton et la pluviométrie n'est pas significatif (Kangah, 2004 ; Bella-Medjo *et al.*, 2005).

Le rendement du cotonnier peut être décomposé comme le produit du nombre de poquets par hectare par le nombre de capsules par poquet et le poids moyen capsulaire (PMC). Le nombre de capsules par poquet est la résultante de la mise en place de sites fructifères et de la rétention de la fleur ou de la capsule produite sur chacun de ces sites (Sissoko, 2009). Les semis ont été réalisés à la main dans de bonnes conditions d'humidité. Il est clairement établi que le nombre de plants par hectare est directement influencé par la technique de semis et les opérations de re-semis effectuées dans les différentes parcelles. Les opérations de re-semis ont permis d'éviter les différences significatives entre les objets. Après le re-semis, l'écartement entre deux poquets a été inférieur à 0,30 cm, ce constat a été observé par Sissoko (2009). En dépit du traitement des semences généralement effectué, des pertes de plants sont constatées entre le démariage et la récolte. Ces pertes sont imputables à la fonte des semis ou à des pertes accidentelles au moment des opérations culturales. Les densités de poquets dans notre essai sont similaires à celles obtenues par Rapidel *et al.*, (2006).

La rétention des capsules par plant est plus importante dans les objets du système

conventionnel. Pour les capsules en première position sur les quinze premières BF, le taux de rétention est de 36% pour les deux objets du système conventionnel contre 29% pour le système biologique. Le nombre de capsules par poquet a un lien direct avec le rendement. Le même constat a été fait par Lacape (1998) et par Sissoko, (2009).

Le poids moyen capsulaire est un élément important dans la détermination du rendement. Les capsules de base représentent plus de 60% dans la détermination du rendement du cotonnier (IER, 2007).

Dans les sols ferrugineux tropicaux, les teneurs en éléments nutritifs des sols sont faibles. La matière organique est un élément important dans l'amélioration du rendement. Dans cette étude, les rendements obtenus sont inférieurs au potentiel de la variété. L'apport de la fumure minérale seule en grande quantité n'améliore pas significativement les rendements qui restent d'ailleurs statistiquement au même niveau que l'objet biologique. L'association fumure organique et fumure minérale permet obtenir les meilleurs rendements.

Les évaluations de marges brutes faites avec les différentes cultures montrent que coton biologique permet aux producteurs de gagner plus d'argent que ceux qui font le coton conventionnel sans apport de fumure organique. Les gains obtenus avec le sorgho sont équivalents aussi bien pour le système conventionnel que biologique. Cependant, le gain obtenu avec le maïs biologique est inférieur à ceux du système conventionnel (objet 1 et objet 2). Le maïs est une culture qui répond bien à la fertilisation organo-minérale.

CONCLUSION

La répartition de la pluviométrie a été bonne dans l'ensemble, au cours des deux campagnes et aucune période de sécheresse prolongée pouvant affecter négativement le rendement des cultures n'a été observée. Les rendements obtenus avec le coton conventionnel (objet 1 et objet 2) sont inférieurs à 1100 kg par hectare (objectif de rendement fixé par la CMDT). Le rendement obtenu avec le coton biologique est bon (702 kg/ha) comparé à la moyenne de 400 kg/ha en zone sur l'ensemble de la zone de production du coton biologique. L'évaluation économie du coton biologique donne une marge brute supérieure à celle du coton conventionnel (objet 1). La marge brute du conventionnel (objet 2) est supérieure à celle du coton biologique. L'utilisation de la fertilisation organo-minérale permet d'avoir une marge brute des différentes cultures.

Avec des rendements sensiblement identiques et des coûts de production plus bas (intrants) plus le prix minimum garanti (primes à la production biologique), l'agriculture biologique peut être considérablement plus rémunératrice que l'agriculture

conventionnelle. Cependant, pour une comparaison exhaustive des performances des exploitations de coton biologique et conventionnelles, il faut prendre en compte les rendements et les coûts de production des variétés produites en assolement et en rotation avec le coton. On doit aussi garder à l'esprit que cette comparaison est valable pour les exploitations totalement reconverties à l'agriculture biologique et bien gérées.

Il faut bien formuler des recommandations pour la promotion de la culture biologique..

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BELIERES J-F, BOSC P-M, FAURE G., FOURNIER S. ET LOSH B., 2002. *Quel avenir pour les agricultures familiales d'Afrique de l'Ouest dans un contexte libéralisé?* Londres, IIED, Dossier n° 113, 40 p.
- BELLA-MEDJO M., SULTAN B., JANICOT S. 2005. *Analysis of the seasonal cycle of the African monsoon, Regional applications on Cameroon, Proceedings of the AMMA 1st international conference, Dakar, Senegal, 28 November – 2 December.*
- BONASSIEUX A., 2002. « Filières-coton, émergence des organisations de producteurs et transformations territoriales au Mali et au Burkina Faso ». *Les Cahiers d'Outre-Mer*, n°220, oct-dec 2002, pp. 421-434.
- DEVEZE J-C, 2004. « Les agricultures familiales africaines entre survie et mutations » *Afrique contemporaine*, n° 210, pp. 157-170.
- DOUMBLA M. D, 2009. *Bilans minéraux des écosystèmes cotonniers. 15e Session du Comité de Programme: 1-19FAO (2007) Organic Agriculture and Food Security*, <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/012/ab952e.pdf>
- DUFUMIER M., BAINVILLE S., 2006. « Le développement agricole du Sud-Mali face au désengagement de l'Etat », *Afrique contemporaine*, n° 217, pp 121-133.
- DROY, I., 2011. « Le coton bio-équitable au Mali : un facteur de transformation sociale pour les femmes ? », *Monde en développement* 2011/4 (n°156), p47-58. DOI : 10. 3917/med.156.0047.
- FAO, 2015. *Mesurer la durabilité des systèmes de culture du coton*. ISBN 978-92-5-208614-7
- FLIESSBACH A., OBERHOLZER H-R., GUNST L., MÄDER P., 2007. *Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming. AgricEcosys Environ* 118:273-284.
- HUGON P., 2005A. *Les filières cotonnières africaines au regard des enjeux nationaux et internationaux. Notes et Études Économiques.*, NEE (23): 87 - 112.
- HUGON P. 2005b. « Les réformes de la filière coton au Mali et les négociations internationales », *Afrique contemporaine*, n° 216, pp. 203-224.
- IER, 2007. *Etude de l'évolution et stratégies de gestion de la fertilité des sols sous-systèmes de culture à base de cotonnier. Rapport de recherche de la campagne 2006-2007. 40 pages.*
- INGRAM K. T., RONCOLI M. C. KIRSHEN P. H., 2002. *Opportunities and constraints for farmers of west Africa to use seasonal precipitation forecasts with Burkina Faso as a Agricultural Systems case study*, 74 (3), pp 331-349.
- KAMPRATH E. J., 1970. *Exchangeable aluminum as a criterion for liming leached mineral soils.*

- Soil Sci. Soc. Am. Proc* 24: 252-254.
- KANGAH P., 2004. *Rainfall and agriculture in Central West Africa since 1930*. Ph.D. Thesis, University of Oklahoma.
- LACAPE J.M., 1998. *Analyse écophysiological de la réponse de variétés de cotonnier au déficit hydrique*. Thèse de doctorat, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Montpellier, 120 pp.
- MÄDER P., FLIESSBACH A., DUBOIS D., GUNST L., FRIED P., NIGGLI U. 2002. *Soil fertility and biodiversity in organic farming*. *Science* 296:1694-1697.
- PIERI C., 1989. *Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au sud du Sahara*. Paris, Ministère de la Coopération et CIRAD-IRAT.
- PIRT (PROJET INVENTAIRE DES RESSOURCES TERRESTRES), 1986. *Zonage agro-écologique du Mali-Tome 1 + 1 carte au 1/1.000.000* INRZFH/DRFH/PIRT, Sotuba (Bamako), Mali, 151 pages
- RAPIDEL B., DEFECHE C., TRAORE B., LANCON J. ET WERY J., 2006. *In-field development of a conceptual crop functioning and management model: A case study on cotton in southern Mali*. *European Journal of Agronomy*, 24: 304-315.
- SISSOKO F. 2009. *Analyse des flux d'eau dans les systèmes de culture sous couverture végétale en zone soudano sahélienne : cas du coton semé après une culture de sorgho/brachiaria au Sud du Mali*. Thèse de Doctorat unique. Université de Montpellier, Montpellier, France, 169 pages.
- SIVAKUMAR M. 1988. *Predicting rainy season potential from the onset of rains in Agricultural and southern Sahelian and Sudanian climatic zones of West Africa*, *Forest Meteorology* 42, pp 295-305.
- STERN R., RIJKS D., DALE I., KNOCK J. 2006. *INSTAT Climatic Guide*, Statistical Services Center, University of Reading.
- VOIE RODALE INSTITUTE / FIBL 2009. *Reducing global warming: The potential of organic agriculture (Policy brief)*, <http://www.unccd.int/library/story.php?newch=1> ; et Asian Development Bank 2009: *Building climate resilience in the agriculture sector of Asia and the Pacific*, http://www.preventionweb.net/files/11486_BuildingClimateResilienceAgriculture.pdf

SYSTÈME D'INDICATEURS POUR LA CARACTÉRISATION ET LE SUIVI DE LA BIODIVERSITÉ AGRICOLE

SANOGO Kapoury, Institut d'Economie Rurale (IER), Centre Régional de Recherche Agronomique de Sikasso, Bp 186, ESPGRN-Sikasso, Mali

DEMBÉLÉ Sidi, Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Faculté d'Histoire et de Géographie

SOUMARÉ Mamy, Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Faculté d'Histoire et de Géographie

Auteur correspondant : Kapoury SANOGO, Tel (+223) 91 26 17 99

Email: kapoury2012@gmail.com

RÉSUMÉ

La conservation et l'amélioration de la biodiversité agricole sont indispensables pour une agriculture durable. Malgré cette importance et l'intérêt qu'elle suscite, la biodiversité agricole ne bénéficie pas de la même attention que les résultats technico-économiques dans l'évaluation de la performance des systèmes de production. Cette faible prise en compte est liée à l'absence ou l'inadaptation des systèmes d'indicateurs proposés au contexte des agriculteurs du Sud. Sur la base de ce constat, cet article propose une démarche de conception d'une batterie d'indicateurs construits et testés pour caractériser et suivre la biodiversité agricole à différentes échelles au sud du Mali. Ces indicateurs ont été testés auprès de 123 exploitations et dans 6 régions agricoles. Les résultats montrent une grande diversité, mais cette richesse varie selon les zones, les échelles et les indicateurs. L'indicateur de diversité variétale des variétés de mil est plus important à l'échelle village, mais que cette diversité n'est que très peu représentée à l'échelle de l'exploitation. L'indicateur de pression sur la diversité variétale existante augmente suivant le gradient sud-nord. Ces résultats obtenus apportent un nouveau regard sur la diversité agricole et peuvent être facilement extrapolés à d'autres systèmes de productions, et transférés au niveau des services de vulgarisation et d'encadrement pour un meilleur suivi de cette biodiversité agricole.

Mots-clés: Biodiversité, Indicateur, Exploitation et Paysage.

ABSTRACT

Conservation and improvement of agrobiodiversity is becoming essential for sustainable agriculture. In spite of this importance and the interest it reveals, agrobiodiversity does not receive the same attention as the technical and economic results

in evaluating the performance of production systems. This weak consideration is linked to the absence of inadequacy of the proposed indicator systems in the context of farmers in the South. Based on this observation, this article proposes an approach to design series of indicators evaluated and tested to characterize and monitor agricultural biodiversity in southern Mali. These indicators were tested on 123 farms and in 6 agricultural regions. Our results show that the indicator of varietal diversity of millet is more important at the village level, but it is very poorly represented at farm level. The pressure indicator on existing varietal diversity increases along the south-north gradient. These results provide a new perspective on agricultural diversity and can be easily extrapolated to other production systems but also transferred to the level of extension and coaching services for better monitoring of agricultural biodiversity.

Keywords: Biodiversity, Indicator, Farm and Landscape

INTRODUCTION

Les pays signataires de la Convention de Rio de Janeiro en 1992 se sont engagés à conserver la diversité biologique de leur territoire (Goudoum, 2010). Le Millenium Ecosystem Assessment a montré que 60% des services vitaux fournis à l'homme par les écosystèmes sont en déclin. En effet, plus de 40% de l'économie mondiale en dépendent directement, de même que la subsistance quotidienne d'une grande partie de l'humanité (FAO, 2009). Environ 7000 espèces de plantes ont été cultivées et collectées pour nourrir l'humanité depuis le démarrage de l'agriculture, il y a 12000 ans (Chivenge et al. 2015). Pourtant, seulement 15 espèces végétales et 8 espèces animales produisent 90% de l'alimentation mondiale (FAO, 2008). L'agrobiodiversité est menacée par l'évolution des systèmes de production qui ont tendance à s'intensifier. Plus de 90% des variétés végétales auraient disparu des exploitations agricoles au cours du siècle dernier (Baco, 2007) tandis que les races animales disparaissent à raison de 5% par an à l'échelle mondiale (CRDI, 2005).

En Afrique sub-saharienne, on assiste à une forte croissance démographique à laquelle s'ajoutent des contraintes climatiques qui constituent des menaces pour une agriculture durable dans un contexte où près de 80% de la population vivent de ce secteur. L'agrobiodiversité est un des éléments stratégiques pour satisfaire la demande alimentaire de cette population. La conservation de cette diversité agricole ne peut se faire qu'*in situ*, dans les exploitations elles-mêmes (Butare, 2003). Les systèmes de production disposent d'une riche diversité peu encore explorée.

Dans la zone cotonnière du Mali, où le climat est de type soudanien, les agrosystèmes aussi bien que les pratiques culturelles s'améliorent continuellement. L'ensemble de ces modifications mérite un suivi dans le temps et dans l'espace afin de mesurer leurs impacts sur l'agrobiodiversité. Car jusqu'à l'heure actuelle, il y a eu peu d'études approfondies en dehors des constats de Kouressy (2002) portant confirmation de l'érosion variétale du sorgho.

Pour une meilleure valorisation, cette biodiversité agricole a besoin d'être caractérisée et suivie dans l'espace et le temps. Or, à présent, les systèmes de suivi de l'activité agricole se sont focalisés sur les superficies cultivées, les productions et les prix. L'absence de la biodiversité en leur sein s'explique non seulement par la faible importance qui lui est accordée dans les projets de développement agricole, mais aussi et surtout par la complexité de son observation et son analyse aux différentes échelles.

L'objectif de cette étude est de créer un système d'indicateurs pour caractériser la biodiversité agricole à l'échelle de l'espèce, du système de culture, de l'exploitation agricole, du village et de la région agricole.

MATERIELS ET METHODES

LA REVUE DES SYSTÈMES D'INDICATEURS

Ici, l'indicateur est considéré comme un élément qui rend compte de l'état d'un objet ou d'un phénomène dans l'espace et le temps. Pour être pertinent, l'indicateur doit être sensible aux changements d'état du phénomène ou de l'objet dont il est sensé rendre compte. Le mot est indicateur est de plus en plus utilisé dans les sphères politiques et scientifiques pour faire des états de lieux ou des suivis (Fahrner, 2008). Plusieurs acceptions lui sont associées, mais l'élément fondateur reste la traduction ou le reflet de quelque chose : un phénomène ou un objet. La présente étude s'inspire de plusieurs systèmes d'indicateurs qui ont été conçus pour suivre différents phénomènes à travers le monde.

Modèle Pression État Réponse (PER)

Ce modèle a été préconisé à l'origine par l'Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE) pour faire des mesures agro-environnementales OCDE (1993). Le modèle PER comporte trois compartiments (Pression, État et Réponse), correspondant à trois catégories de variables descriptives : (1) les pressions (P) pesant sur le phénomène, (2) l'état (E) du phénomène et (3) les réponses (R) apportées par les acteurs dans la gestion du phénomène. Ce modèle met en évidence les liens et l'interdépendance entre les différentes questions environnementales. Les indicateurs de Pression visent à identifier les causes d'altérations écologiques aux échelles, spécifiques, génétiques et paysagères. On distingue les pressions directes (pollutions, prélèvement) des pressions indirectes (activités humaines à l'origine des altérations). Les indicateurs d'État se rapportent à la qualité et la quantité de la diversité génétique, spécifique et écosystémique. Ils permettent de mesurer à l'instant (t) l'état d'un système, soit pour le comparer avec un ou des états antérieurs, soit pour mesurer une tendance. Les Indicateurs de Réponse illustrent l'état d'avancement des mesures prises en faveur de la restauration, de la protection et/ou de la gestion des écosystèmes et de la biodiversité (Levrel, 2007).

Modèle Driving forces, Pressures, State, Impact and Responses (DPSIR)

Le modèle DPSIR (forces motrices pression, état, impact et réponse) a été proposé en 1998 par l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE). En complément du modèle PER, le modèle DPSIR met l'accent sur les conditions dans lesquelles s'exercent les pressions sur le phénomène (direction) et s'expriment les modifications de l'état du phénomène (impact). Un grand avantage du modèle DPSIR est de pouvoir relier des indicateurs de natures différentes sans pour autant recourir à un système d'agrégation (Levrel, 2007; Tonneau et al. 2009).

Démarche IDEA (Indicateur de Durabilité des Exploitations Agricoles)

La méthode IDEA (Indicateur de Durabilité des Exploitations Agricoles) est un outil de suivi et d'évaluation de la durabilité des exploitations agricoles conçu par l'INERA-FRANCE. C'est également un outil de réflexion qui montre les faiblesses techniques et les voies possibles d'amélioration en favorisant l'action au niveau local et la prise de décision. Chaque indicateur est donc explicitement accompagné de ses objectifs spécifiques (Vilain, 2008) ; c'est une démarche par objectif.

CHOIX D'UN CADRE CONCEPTUEL POUR LES INDICATEURS DE BIODIVERSITÉ AGRICOLE

Un des résultats de la revue de littérature est que, malgré l'abondance de la bibliographie sur les indicateurs de biodiversité, la problématique des indicateurs d'agro-biodiversité n'est que très partiellement traitée. Après analyse des modèles ci-dessus, le modèle adapté pour notre cadre est celui de la démarche IDEA et de l'approche PER. Le choix de la démarche IDEA se justifie par la référence à l'échelle de l'exploitation agricole et le caractère finalisé de la démarche. En effet, chaque indicateur correspond à un objectif d'amélioration de la durabilité. Quant au modèle PER, son choix s'explique par sa référence à l'évaluation agroenvironnementale en tenant compte de l'état de biodiversité agricole, les contraintes qui pèsent sur elle et les réponses paysannes pouvant se traduire par son déclin ou son amélioration.

Pour la construction des indicateurs, cinq étapes ont été suivies (Girardin et al. 1999) à savoir : (1) la définition d'objectifs ; (2) le choix d'hypothèses et de variables motrices ; (3) la création d'indicateurs associés ; (4) la détermination de seuils de référence ou le choix de normes et (5) la validation à partir de tests. Cette démarche a permis d'identifier 24 indicateurs à l'échelle du système de culture, de l'espèce, de l'exploitation, du village et de la région agricole.

SITES D'ÉTUDE

La recherche a été conduite dans trois villages dans la zone cotonnière au sud du Mali (Figure 1). Pour l'analyse du paysage à l'échelle régionale, la zone a été découpée en six régions (Soumaré, 2008) : la haute vallée du Niger, la nouvelle zone cotonnière, le vieux bassin cotonnier, la zone d'extension du sud, la zone hétérogène en équilibre et la zone nord soudano-sahélienne. Le village de Kanian est situé dans la zone Nord Soudano-sahélienne avec une pluviométrie moyenne annuelle de 700 mm. Le village de Kaniko se trouve dans le Vieux Bassin à une longitude de -5,36683° W e latitude de 12,31876° N (Kanté, 2001). Le village de Siramana est situé dans la zone hétérogène en équilibre avec une pluviométrie qui varie de 800 à 1100 mm (Dembélé, 2003). Le choix des villages s'appuie sur deux critères principaux qui sont : la diversité des systèmes de culture en fonction des zones agricoles et les caractéristiques agro climatiques.

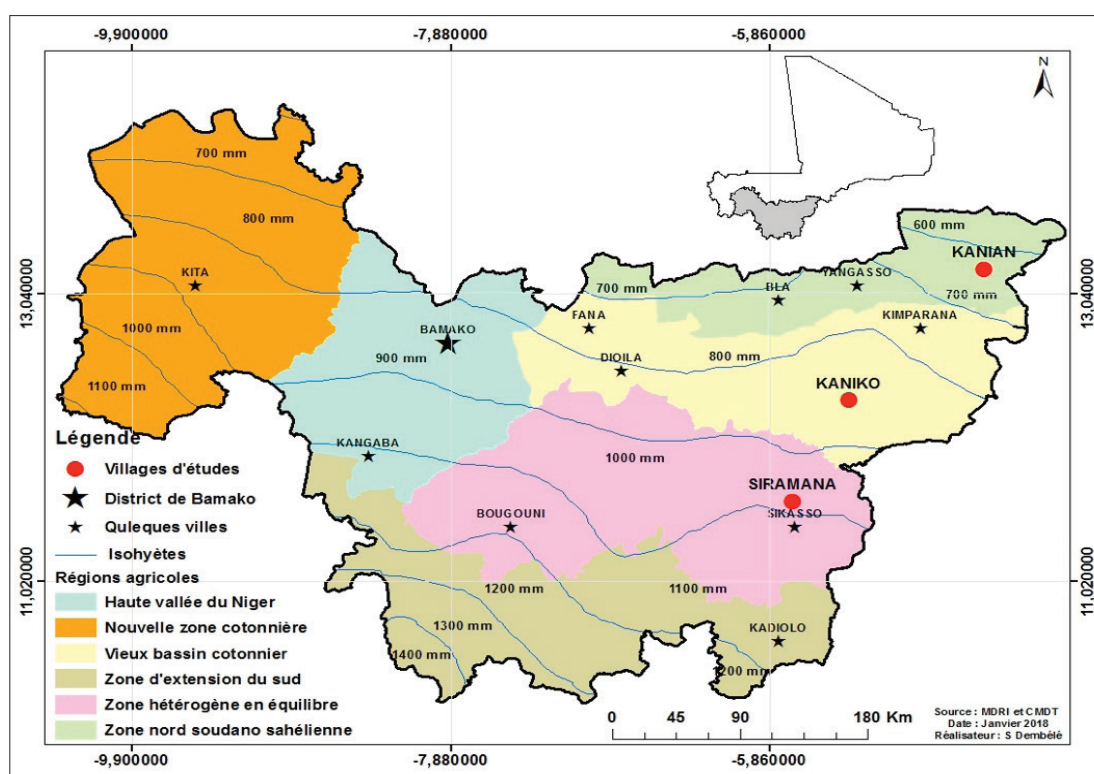


Figure 1 : Localisation des sites d'étude

RECUEIL DE DONNÉES POUR LE RENSEIGNEMENT DES INDICATEURS

Les données utilisées sont issues des enquêtes réalisées en 2010-2011 et des images LANDSAT (Capteurs et bandes) de 2013. Elles concernent 123 exploitations correspondant à la totalité des exploitations de Kanian (34) et de Siramana (39) et 50% des exploitations de Kaniko soit 50 sur 100 tirées au hasard. Les informations collectées portent sur les parcelles, les espèces, les variétés, les superficies, la rotation, les itinéraires techniques et la production dans l'espace et le temps. Les enquêtes ont été réalisées à l'aide de questionnaires remplis sur une base déclarative.

ANALYSE DES DONNÉES

Elle a consisté au calcul des variables et des indicateurs. Les variables ont été agrégées pour le calcul de chaque indicateur composite. Les classes de valeur pour les indicateurs ont été constituées. Enfin, la caractérisation est faite sur la base de la moyenne et des paramètres de dispersion : le minimum, le maximum et l'écart type. Pour la diversité du paysage, les méthodes d'analyse utilisées sont : la classification supervisée avec des scores de validité de 95,99 pour la précision globale et 0,94 pour le coefficient de Kappa (Dembélé et al 2018) sous le logiciel Erdas Imagine. Les résultats de cette classification ont été utilisés sous le logiciel FRAGSTAT pour le calcul des indicateurs de diversité des paysages (tableau 1).

RESULTATS

CRÉATION DES INDICATEURS

Une liste de 24 indicateurs répartis en trois types d'indicateurs a été conçue (tableau 1). Les analyses ci-dessus présentées portent sur un indicateur par catégorie État, Pression Réponse. Ces trois catégories d'indicateurs permettent de comprendre l'état de la biodiversité, d'identifier les menaces qui pèsent sur elle et d'apprécier les réponses apportées par les agriculteurs pour la valoriser et la développer.

Tableau 1 : les types d'indicateurs et leur objectif.

Indicateur	Variable	Formule	Echelle
Indicateurs d'Etat : valoriser la biodiversité			
Indicateur de diversité spécifique	V1 Nombre d'espèces cultivées par l'Exploitation		Exploitation
	V2 Nombre d'espèces cultivée dans le village		
Indicateur de diversité des Systèmes de Culture	V1 Nombre de Système de Culture pratiqué dans le village		Exploitation
	V2 Nombre de Système de Culture pratiqué par l'Exploitation		
Indicateur de diversité variétale	V1 Nombre de variétés pour l'Espèce dans l'Exploitation		Exploitation et village
	V2 Nombre variétés pour l'Espèce l'Espèce dans le Village		
Indicateur de présence de la variété	V1 Nombre d'Exploitations dans le Village		Village
	V2 Nombre d'Exploitations cultivant la variété		
Indicateur de Production de la variété	V1 Production totale variété		Exploitation et Village
	V2 Production Totale espèce		
Indice de diversité de Shannon	*		Région
Indice de diversité de Simpson	**		Région
Indice d'agrégation	***		Région

Indicateur	Variable	Formule	Echelle
Indicateurs de Pression : Identifier les menaces qui pèsent sur la biodiversité			
Indicateur de menace sur la diversité variétale	V1 Surface totale cultivée pour la Variété	$\frac{V2 + V3}{V1}$	Exploitation et village
	V2 Surface totale par Femme pour la Variété		
	V3 Surface Totale des champ individuels pour la Variété		
Indicateur de pression sur la diversité spécifique existante 1	V1 Nombre d'espèces adoptées depuis 5 ans dans le village	$\frac{V1}{V2}$	Exploitation Village
	V2 Nombre d'espèces antérieures aux 5 dernières années dans le village		
Indicateur de pression sur la diversité spécifique existante 2	V1 Surface cultivée en pour nouvelles espèces nouvelles des 5 dernières années dans le village	$\frac{V1}{V2}$	Exploitation et Village
	V2 Surface totale des autres espèces dans le village		
Indicateur de pression sur la diversité variétale 2	V1 Surfaces des nouvelles variétés depuis5 ans	V1	Exploitation et Village
Indicateur de pression spécifique 1	V1 Surface totale cultivée de l'Espèce	$\frac{V1}{V2}$	Exploitation et Village
	V2 Surface totale de toutes les espèces cultivées		
Indicateur de pression spécifique 2	V1 Nombre de parcelles cultivées de l'Espèce	$\frac{V1}{V2}$	Exploitation et Village
	V2 Nombre de parcelles cultivées pour les autres espèces		
Indicateurs de Réponse: Valoriser la biodiversité (résilience, production autoconsommée)			
Rendement	V1 Surface cultivée pour la variété	$\frac{V2}{V1}$	Exploitation et Village
	V2 Production de la Variété		
Adaptabilité	V1 Durée du cycle de la variété	$\frac{V2}{V1}$	Village
	V2 Durée de la saison des pluies de la zone		
Stabilité du Rendement	V1 Ecart type du rendement de la Variété	$\frac{V2}{V1}$	Village
	V2 Ecart type du rendement de l'Espèce		

Indicateur	Variable	Formule	Echelle
Indicateur d'usage variété	V1 Nombre d'usages liés à la Variété	$\frac{V1}{V2}$	Village
	V2 Nombre usages liés à l'Espèce d'appartenance de la Variété		
Indicateur d'usage spécifique	V1 Nombre d'usages spécifiques liés à la variété	V1	Village

* Pour les indicateurs sur les paysages à l'échelle régionale, l'indice de diversité de Shannon (**SHDI**) mesure la diversité spécifique fréquemment employée, en relation avec les fréquences relatives des différentes espèces présentes dans l'échantillon. Il est sensible aux variations de l'importance des espèces les plus rares dans une zone : (m) est le nombre de types de patch ou taches (classes) présentes dans le paysage ; (i) Types de patch ou taches (classes) ; (pi) est la proportion du paysage occupé par un type (classe) i ; (ln) Logarithme népérien et (Σ) est la somme des calculs.

** L'indice de Simpson (SIDI) mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce. La diversité spécifique est la plus élevée quand l'indice de Simpson est le plus faible. Dans le cas de l'occupation du sol, l'espèce correspond à l'unité, patch ou classe. L'indice varie entre 0 et 1 : (m) est le nombre de types de patch ou taches (classes) présentes dans le paysage ; (i) Types de patch ou taches (classes) ; (pi) est la proportion du paysage occupé par un type (classe) i ; (Σ) est la somme des calculs.

*** L'indice d'agrégation (AI) caractérise l'arrangement spatial d'un paysage en pourcentage. Les valeurs nulles de cet indice correspondent à une absence de vie végétale. Les valeurs comprises entre 1 et 95 % concordent à une discontinuité du tissu de la végétation. Les valeurs supérieures à 95 % correspondent à une continuité horizontale de la végétation (Lampin-Maillet, 2010). Il est calculé à travers la formule suivante : (gii) c'est le nombre d'adjacences entre les pixels de mêmes types de classes et (max gii) est le nombre maximum d'adjacences entre les pixels de mêmes types de classes.

CARACTÉRISATION DE LA BIODIVERSITÉ AGRICOLE

LES INDICATEURS D'ÉTAT

Indicateur de diversité variétale du mil

Il est le rapport entre le nombre de variétés cultivées pour l'espèce (mil) dans chaque exploitation et le nombre total de variétés de mil cultivées dans le village. Il est le rapport entre le nombre de variétés cultivées pour l'espèce (mil) dans chaque exploitation et le nombre total de variétés de mil cultivées dans le village. La va-

leur moyenne de cet indicateur (tableau 2) est inférieur à 1 pour les trois villages. Ceci explique que le nombre de variété de mil à l'échelle village est faiblement présenté dans les exploitations. Autrement dit, l'indicateur de diversité variétale de mil est plus important à l'échelle village, mais très peu représenté à l'échelle de l'exploitation dans les trois sites.

Tableau 2: Indicateur de diversité variétale du mil et du sorgho à l'échelle de l'exploitation

Espèce	Village	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart type
Mill	Kanian	0,21	0,17	0,33	0,07
	Kaniko	0,12	0,11	0,22	0,02
	Siramana	0,34	0,33	0,67	0,06

Indicateurs de diversité paysagère à l'échelle de la zone cotonnière

Les résultats traduisent un niveau de diversité des espèces assez important dans ces régions (Tableau 3).

Les résultats de l'indice de Simpson révèlent qu'il y'a un niveau de diversité des classes plus élevé (>0.5) dans le vieux bassin que dans les autres régions. En dehors du vieux bassin cotonnier, les autres régions agricoles ont un niveau de diversité des classes d'occupation du sol faible ($< 0,50$). Les résultats des indices d'agréations sont < 95 %, cela se traduise par une discontinuité de la structure horizontale de la végétation de la zone cotonnière.

Tableau 3 : Indicateur de diversité paysagère de la zone cotonnière du Mali

Région Agricole	Indice de Shannon SHDI	Indice de Simpson SIDI	Indice d'agrégation AI
Haute vallée du Niger	1,17	0,58	50,01
Nouvelle zone cotonnière	0,99	0,53	67,05
Vieux bassin cotonnier	0,79	0,36	63,02
Zone d'extension du sud	1,21	0,58	63,96
Zone Hétérogène en équilibre	1,00	0,52	64,85
Zone Nord Soudano-sahélienne	1,18	0,60	77,60

Les indicateurs de Pression : Indicateur de menace sur la diversité variétale à l'échelle de l'exploitation

L'indicateur de menace sur la diversité variétale est le rapport entre la somme de la surface totale variété champ individuel sur le rapport de la surface totale variété. Dans les cas où l'indicateur est supérieur ou égal à 1 ; cela veut dire que les parcelles individuelles sont d'importance égale ou supérieure aux parcelles collectives, ce qui est un signe de menace trop importante. Cet indicateur est absent pour la localité nord (Kanian), car il n'y a pas de champ individuel dans cette zone. Au sud (Siramana) et au centre (Kaniko), on constate une menace sur la diversité variétale à l'échelle de l'exploitation à des degrés différents. Au regard de l'ensemble des valeurs de l'indicateur par variété du tableau 4, on constate que le nombre de variétés menacées est plus important à Siramana par rapport à Kaniko.

Tableau 4: Indicateur de menace sur la diversité variétale à l'échelle de l'exploitation

Village	Espèces	Variétés	Valeur
Kaniko	Mil	Gonkapogo	0,16
	Sorgho	Kalagniga	1,16
		Kalafigué	0,12
		Kawola	0,1
	Maïs	Debagnouma	0,5
		Sotubaka	0,5
Siramana	Sorgho	Sambou	1,54
		Séguetanadiè	0,25
	Mil	Sanio gani	1,15
	Maïs	N'gneleni	1,5
		SR22	1,11
		Sotubaka	2
		Debagnouma	0,3

Les indicateurs de réponse : indicateur d'adaptabilité des variétés à la durée de la période des pluies

L'indicateur d'adaptabilité des variétés est le résultat de la différence entre la durée de la période des pluies de la zone et la durée du cycle de la variété. Une variation de ± 10 jours est acceptable entre la durée de la période des pluies et le cycle des variétés. Selon l'indicateur d'adaptabilité des variétés, 42% des variétés de mil et de sorgho ont un cycle supérieur à la durée de la saison des pluies à Kanian (Tableau 5). Cette différence entre la saison des pluies et le cycle des variétés varie de - 15 à - 26,25 jours. Ces variétés sont dites tardives. À Kaniko, 5% des variétés de mil et sorgho ont leur cycle supérieur à la durée de période des pluies (variétés tardives).

31% des variétés ont leur cycle qui correspond juste à la durée de la période des pluies (variétés intermédiaires). Quant à Siramana, la durée de la période des pluies dépasse largement le cycle des variétés. L'ensemble des variétés du village de Siramana bouclent leur cycle avant l'arrêt des pluies. Cette localité est la plus arrosée parmi les trois zones agroécologiques.

Tableau 5 : *Indicateur d'adaptabilité des variétés de mil et de sorgho à l'échelle du village*

Village	Espèces	Variétés	Valeur
Kanien	Mil	Guéfuè	-8,33
		Souna	-3,75
		Toronion	-4,28
		Doufouatoua	-26,25
		Doussoua	0
		Doutètè	-22,5
		Doutonou	-15
	Sorgho	Doubirou	-18,33
		Doumouzo	-6,25
		Doussanina	-8,33
		Jacumbè	2,24
		Séguetana	-22,5
Kaniko	Mil	Chofulo	10
		Chôtô	30
		Chowala	0
		Colnang	0
		Djiguifa	-15
		Gonkapogo	3,91
		Sanio bleni	0
		Sanio gani	0
		Seguetana	0
		Chunang	20
		Graminiko	0
		Gnetaa	20
		Grinkan	10
		Kalafigué	0
		Kalafulo	10

Village	Espèces	Variétés	Valeur
	Sorgho	Kalafulogniga	11,66
		Kalagniga	9,37
		Kawola	15
		N'pedrogo	30
Sorgho		Seguetana	3,33
		Seguetanagniga	15
		Tiandougou	5
Siramana	Mil	Soulakou	30
		Sanio gani	33,42
		Bobonimissen	40
	Sorgho	Sambou	38
		Kendé	30
		N'gakari	20
		Nioba	15
		séguetanadiè	24
		Guenieblen	30

CONCLUSION ET DISCUSSIONS

L'étude a permis de mettre au point un système d'indicateurs permettant d'apprécier la biodiversité, les menaces qui pèsent sur elle et les réponses paysannes pouvant positivement ou négativement l'affecter.

L'indicateur de diversité variétale montre que la diversité variétale est plus importante à l'échelle village, mais que cette diversité n'est que très peu représentée à l'échelle de l'exploitation. Bazile et al. (2003) et Soumaré et Dembélé (2011) étaient arrivés à la même conclusion, même si les derniers auteurs trouvent qu'un nombre limité d'exploitations peut représenter l'essentiel de la diversité variétale du village. L'indicateur de menace sur la diversité variétale a montré que la menace n'apparaît qu'à Kaniko et à Siramana. Les indices de diversité de Shannon montrent que le niveau de diversité des classes est assez important dans quatre régions agricoles sur six. Par contre, la nouvelle zone cotonnière et le vieux bassin cotonnier présentent une diversité de classe faible imputable à la pression sur les ressources naturelles et qu'il n'y a plus de possibilité d'extension des espaces agricoles du fait de la saturation (Soumaré, 2008 ; Dembélé et al., 2016). Les résultats des indices d'agrégations ont montré que la végétation de la zone cotonnière présente une structure horizontale discontinue.

Les résultats obtenus sont encourageants, car ils offrent la possibilité d'intégrer le suivi de la biodiversité agricole dans les systèmes de suivi-évaluation des projets de développement agricoles.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Fonds Français pour l'Environnement Mondial (FFEM) et l'Agence française de Développement (AFD). Ils sont également reconnaissants aux producteurs des zones d'étude pour leur collaboration pendant la mise en œuvre de la présente recherche.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BACO, M.N., 2007. *Gestion locale de la diversité cultivée au nord Bénin: éléments pour une politique publique de conservation de l'agrobiodiversité de l'igname (Dioscorea Spp)*, thèse de l'université d'Orléans, 406 pages.
- BAZILE, D., SOUMARÉ, M., DEMBÉLÉ, D., DIAKITÉ, C. H., 2003. *Stratégies paysannes de valorisation de la biodiversité du sorgho : Le cas du Mali-Sud*, Actes du colloque international Umr Sagert, 25-27 février, Montpellier, France, 16 pages.
- BUTARE, I., 2003. *La biodiversité en Afrique de l'ouest : Leçons apprises et perspectives. La biodiversité agricole en Afrique de l'ouest, situation actuelle, expériences et perspectives*, Bamako, Mali, FAO.
- CHIVENGE, P., MABHAUDHI, T., MODI, T.A., MAFONGOYA, P., 2015. *The Potential Role of Neglected and Underutilised Crop Species as Future Crops under Water Scarce Conditions in Sub-Saharan Africa*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12 : 5685-5711.
- CRDI, 2005. *Conservation et utilisation durable de la biodiversité agricole : guide de référence*, 286 pages.
- DEMBÉLÉ, S., SOUMARÉ, M., DIAKITE, C H., ET GAILLARD, D., 2018. *Dynamiques des paysages régionaux en zone cotonnière du Mali*. *Tropicultura*, 2018, 36, 2: 232-242
- DEMBÉLÉ, S., SOUMARÉ, M., GAILLARD, D., 2016. *Spatial Structure of Agricultural Biodiversity in Southern Mali*. *European Scientific Journal*, 12: 383-402.
- DEMBÉLÉ, S.M., 2003. *Comparaison de la productivité du maïs et du sorgho dans les mêmes conditions de cultures*. Cercle de Sikasso, terroir de Siramana. Mémoire de fin d'études, IPR-IFRA de Katibougou, 40 pages.
- FAHRNER J., 2008. *Méthodologie d'élaboration référentielle de gestion de la biodiversité dans la construction et l'aménagement en milieu urbain, mémoire de master2 de l'université Montpellier II*, 68 pages.
- FAO, 2008. *Données générales sur les pays* (Page consultée le 10/09/ 2017) <http://www.ciesin.org/decentralization/French/CaseStudies/mali.html>
- FAO, 2009. *Préserver la biodiversité et les ressources naturelles* (Page consultée le 11/09/2017), http://www.ugsel.org/docs/p322/Fiche_Biodiversite.pdf
- GIRARDIN, P., BOCKSTALLER, C., 1999. « *La méthode agro-éco : un tableau de bord agri-environnemental d'exploitation* », Travaux et Innovations, N° 61.
- GOUDOUM, D.D.P., 2010. *Analyse de l'agrobiodiversité en liaison avec l'évolution des habitudes alimentaires dans la plaine inondable au sud-ouest du Tchad*, mémoire de maîtrise en géographie de l'université de Ndjamena, 115 pages.
- KANTÉ, S., 2001. *Gestion de la fertilité des sols par classe d'exploitation au Mali Sud*. Thèse de Doctorat, Université de Wageningen, 236 pages.
- KOURESSY, M., 2002. *Étude de la durée du cycle des sorghos locaux du Mali. Comparaison avec la durée de la saison des pluies. Évolution sur les 20 dernières années*. DEA population environnement. Bamako (Mali), Université de Bamako/ISFRA, 55 pages.
- LAMPIN-MAILLET, C., BOUILLON, C., LONG-FOURNEL, M., MORGE, D., JAPPIOT, M., 2010. *Guide de cartographie et caractérisation des interfaces habitat-forêt*. Convention n°2008 11 9 071 U du ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer. 68 p
- LEVREL, H., 2007. *Quels indicateurs pour la biodiversité ? Les cahiers de l'IFB*. 83 pages.
- OCDE, 1993. *Corps central d'indicateurs de l'OCDE pour les examens des performances environnementales*,

Monographie sur l'environnement, n° 83, Paris, France.

SIMPSON, E. H., 1949. *Measurement of diversity*. *Nature*, 163:688.

SPAGGLARI, J., ICHTER, J., LEFEUVRE, J.C., 2010. *Mise au point d'une méthode d'identification des continuités écologiques dans le Grand Sud de la Nouvelle-Calédonie, Synthèse bibliographique et proposition d'une démarche Nouméa, octobre 2010. Page 99*

SOUMARÉ, M., DEMBÉLÉ, S M., 2011. *Valorisation de la biodiversité agricole et durabilité écologique au sud du Mali, communication orale, 13^{ème} journées de géographie tropicale,*

SOUMARÉ, M., 2008 « *Dynamique et durabilité des systèmes agraires à base de coton au Mali* » thèse de doctorat en géographie humaine, économique et régionale université de Paris X Nanterre. Page 373

TONNEAU, J.P., PERRET S., LOYAT, J., 2009. *Indicateurs de performance Document de travail, Montpellier, CIRAD, P.8 Université de Toulouse le Mirail du 16-19 mars, Toulouse France.*

VILAIN, L., 2008. *La méthode IDEA. Guide d'utilisation. Troisième édition actualisée. Editions educagri, Dijon, France, 184 pages*

TABLE DES MATIÈRES

COMITÉ SCIENTIFIQUE -----	4
PRÉFACE -----	5
INTRODUCTION -----	11
PREMIÈRE PARTIE	
ORGANISATION ET GESTION DES FILIÈRES ET DES TERRITOIRES -----	19
SÉCURITÉ ALIMENTAIRE, SANTÉ ET ÉDUCATION DANS UN CONTEXTE DE FORTE CROISSANCE DÉMOGRAPHIQUE DANS LES ZONES COTONNIÈRES DU MALI -----	21
Auteurs : TRAORE Sidiki, SOUMARE Mamy, COULIBALY Baba -----	21
INSTALLATION ET INTÉGRATION DES MIGRANTS AGRICOLES EN ZONES COTONNIÈRES AU MALI : CAS DES VILLAGES DE NAFÉGUE À KADIOLO ET KATABANTANKOTO À KITA -----	39
Auteurs : SOUMARE Mamy : COULIBALY Baba: TRAORE Alou -----	39
CAPACITÉ DE CHARGE BOVINE ET POTENTIALITÉ DE LA BIOMASSE HERBACÉE EN ZONE COTONNIÈRE DU MALI -----	53
Auteurs : KONE Abdoul Kader, IER, BA Alassane, COULIBALY Doubangolo, DEMBELE Bandiougou -----	53
EVALUATION DE LA PRODUCTIVITÉ NUMÉRIQUE DU CHEPTEL DE BOVINS DANS LA ZONE COTONNIÈRE DU MALI -----	69
Auteurs : BA Alassane., LESNOFF Mathieu -----	69
QUELS DISPOSITIFS DE CONSEIL AGRICOLE POUR LES AGRICULTEURS MALIENS ? -----	85
Auteurs : KEITA Abdoulaye, DOUARÉ Hama Abba, HAVARD Michel -----	85
CONSEIL PAYSAN À L'EXPLOITATION FAMILIALE AGRICOLE (EFA) : CAS DE LA ZONE COTONNIÈRE DU MALI -----	99
Auteurs : TRAORÉ Dionkounda, COULIBALY Mamady -----	99
CONSEIL AUX EXPLOITATIONS FAMILIALES EN ZONE COTONNIÈRE DU MALI. CAS DU PROJET D'APPUI AUX SYSTÈMES D'EXPLOITATION (PASE) -----	115
Auteurs : DOUARÉ Hama Abba, KEITA Abdoulaye -----	115
MODÉLISATION D'ACCOMPAGNEMENT ET MULTI-AGENT POUR UNE GESTION DURABLE DES RESSOURCES AU NIVEAU LOCAL -----	129
Auteurs : TRAORE Souleymane S., SOUMARE Mamy, MULLER Jean-Pierre, DIAKITE Cheick Hamalla, DIAWARA Moriké -----	129

PLACE ET RÔLE DES RÉSEAUX COOPÉRATIFS DANS LA GESTION DES FILIÈRES : CAS DE LA CONFÉDÉRATION DES SOCIÉTÉS COOPÉRATIVES DE PRODUCTEURS DE COTON AU MALI.....	141
---	-----

Auteurs : DANSOKO Raymond, SANOGO Vamara, SYLLA Mamadou Lamine ----- 41

DEUXIÈME PARTIE

ECONOMIE DES EXPLOITATIONS.....	155
---------------------------------	-----

TYPOLOGIE DES EXPLOITATIONS AGRICOLES POUR L'ACCOMPAGNEMENT DES PRODUCTEURS DANS LES ZONES COTONNIÈRES DU MALI	157
---	-----

Auteurs : DIAWARA Moriké, HAVARD Michel, SOUMARE Mamy, KEITA Aïchata,
TRAORE Assitan, KONE Bouréma ----- 157

TYPOLOGIE DES SYSTÈMES D'ÉLEVAGE DANS LA ZONE COTONNIÈRE DU MALI	173
---	-----

Auteurs : COULIBALY Doubangolo, BA Alassane, HAVARD Michel, VALL Eric ----- 173

ÉVOLUTION DES CARACTÉRISTIQUES DES EXPLOITATIONS AGRICOLES FAMILIALES DE SIX VILLAGES DE LA ZONE COTONNIÈRE DU MALI EN TROIS ANS.....	189
---	-----

Auteurs : DIAWARA Morike, HAVARD Michel, SOUMARÉ Mamy,
KONÉ BOUREMA, NIENTAO Abdoulaye ----- 189

CRÉDIT DE TRÉSORERIE ET ENDETTEMENT DES PRODUCTEURS DE COTON : UN CAS AU CENTRE-BÉNIN.....	207
---	-----

Auteurs : SOSSOU Koffi Benoît, FOK Michel ----- 207

IMPACTS DE L'ÉVOLUTION DES FACTEURS DE PRODUCTION SUR L'ÉCONOMIE DES EXPLOITATIONS AGRICOLES EN ZONE COTONNIÈRE AU MALI : CAS DES VILLAGES DE BÉGUÉNÉ ET DE KARO.	221
--	-----

Auteurs : KEITA Aichata, LE BARS Marjorie, HAVARD Michel,
DIARRA Mamadou ----- 221

EFFETS DE L'INTRODUCTION DU TRACTEUR SUR LES PRATIQUES AGRI- COLES EN ZONE COTONNIÈRE AU BURKINA FASO	237
--	-----

Auteurs : SANOU Florentin, HAVARD Michel, COULIBALY Kalifa,
NANA Seni ----- 237

DÉVELOPPEMENT DE LA PLANTATION DE L'ANACARDE DANS LE BASSIN COTONNIER EN CÔTE D'IVOIRE.....	253
--	-----

Auteurs : KOFFI Simplicie Yao, OURA Kouadio Raphaël ----- 253

ADAPTATION DU CONSEIL À L'EXPLOITATION FAMILIALE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : CAS DU BASSIN COTONNIER DU NORD BÉNIN	269
--	-----

Auteurs : BACO Mohamed AKPATA Marina M.S., EGAH Janvier, AFFOUKOU Kévin
Thierry, MOUMOUNI Ismaïl, NOUATIN Guy S. ----- 269

TROISIÈME PARTIE

PRATIQUES AGRICOLES ET ITINÉRAIRES TECHNIQUES INNOVANTS -----285

EVALUATION DES RISQUES LIÉS À L'UTILISATION DE PESTICIDES EN CULTURE COTONNIÈRE AU MALI -----287

Auteurs : LE BARS Marjorie, SIDIBE Fatoumata, MANDART Elisabeth, FABRE Jacques, LE GRUSSE Philippe, DIAKITE Cheick Hamalla----- 287

EVALUATION DE LA RÉSISTANCE DE HUIT VARIÉTÉS DE COTONNIER (GOSSYPIMUM HIRSUTUM L.) AUX TROIS PRINCIPAUX INSECTES PIQUEURS-SUCEURS HOMOPTÈRES AU TOGO.----- 305

Auteurs : KOFFI Kokou Zovodu, GNOFAM Nambou, AKANTETOU Pikassalé, AYEVA Bassarou, BONFOH Bèdibètè Komlan, KILIMOU Pali, AGUEM Sam Matanoyou, AZIADEKEY Mawuli ----- 305

DURABILITÉ DE LA CULTURE COTONNIÈRE SELON L'UTILISATION DES INSECTICIDES : CAS DU TOGO DE 1990-2010 ----- 319

Auteurs : DJAGNI Kokou Koumagli, FOK Michel ----- 319

VERS DE NOUVELLES DATES DE SEMIS POUR UNE MEILLEURE PRODUCTION COTONNIÈRE AU TCHAD ----- 335

Auteurs : NAITORMBAIDE Michel, DJONDANG Koye ----- 335

EFFETS DES AMENDEMENTS ASSOCIÉS À LA FERTILISATION MINÉRALE SUR LE RENDEMENT DU COTONNIER EN ZONE MALI SUD----- 349

Auteurs : SISSOKO Fagaye, TRAORE Amadou, NOUHO KADRI Ousmane ----- 349

ÉVALUATION DE LA DURABILITÉ DES PRATIQUES HORS-NORMES DE GESTION DE LA FUMURE ORGANIQUE DANS L'OUEST DU BURKINA FASO --- 365

Auteurs : TINGUÉRI Loumbana Béatrice, BOUGOUMA Valérie, BLANCHARD Mélanie ----- 365

DYNAMIQUE DE LA CULTURE COTONNIÈRE AU TCHAD, DU CHAMP DE BROUSSE AU CHAMP DE CASE----- 381

Auteurs : DJONDANG Koye----- 381

QUATRIÈME PARTIE :

VERS UNE ORIENTATION AGROÉCOLOGIQUE POUR LA GESTION DE PRODUCTION ----- 397

REPENSER LA GESTION DES RAVAGEURS DU COTONNIER ----- 399

Auteurs : BREVAULT Thierry, RENOU Alain, GOEBEL Régis, CLOUVEL Pascal ---- 399

PREMIERS RETOURS D'EXPÉRIENCE DE PRODUCTEURS SUR L'ÉCIMAGE DES COTONNIERS AU MALI ----- 413

Auteurs : TÉRÉTA Idrissa, YALCOUYÉ Amagana, RENOU Alain ----- 413

PERCEPTION DE LA TECHNIQUE DE L'ÉCIMAGE DU COTONNIER PAR LES PRODUCTEURS DES VILLAGES DE KAFARA ET ZIGUÉNA AU MALI. -----	421
Auteurs : DIARRA Mama, HAVARD Michel, SOUMARÉ Mamy -----	
421	
PROTECTION INTÉGRÉE DE LA CULTURE COTONNIÈRE AU MALI : COMBINAISON ENTRE TRAITEMENTS SUR SEUIL ET ÉCIMAGE -----	435
Auteurs : TÉRÉTA Idrissa, YALCOUYÉ Amagana, RENOU Alain -----	
435	
EFFET DE L'ÉCIMAGE SUR LES CARACTÉRISTIQUES AGRO-PHYSIOLO- GIQUES DU COTONNIER EN ZONE NORD GUINÉENNE DU MALI -----	451
Auteurs : TRAORE Amadou, SISSOKO Fagaye, SISSOKO Mahamadou, RENOU Alain -----	
451	
COMPARAISON DE LA PRODUCTION DU COTON BIOLOGIQUE ET DU COTON CONVENTIONNEL DANS UN SYSTÈME PÉRENNE DANS LE MALI-SUD -----	467
Auteurs : SISSOKO Fagaye, FLIESSBACH Andreas, GLIN Laurent, DABIRE Remy -----	
467	
SYSTÈME D'INDICATEURS POUR LA CARACTÉRISATION ET LE SUIVI DE LA BIODIVERSITÉ AGRICOLE -----	485
Auteurs : SANOGO Kapoury, DEMBELE Sidi, SOUMARE Mamy -----	
485	

Après avoir occasionné des transformations positives des systèmes de production agricoles et des sociétés rurales dans les zones de Savane en Afrique de l'Ouest, transformations qualifiées de « Révolution Agricole » ou de « Succes Story », la culture du coton est devenue un élément structurant des systèmes de production agricole et des économies locales. Elle est parue plus durable dans cette Afrique qu'ailleurs dans le monde.

Cependant, les embellies temporaires ne doivent pas faire oublier la fragilité intrinsèque de la filière. La production de coton et l'agriculture de façon générale font face à des défis liés à la volatilité des prix sur le marché mondial, l'organisation et la gestion des filières et des territoires, l'économie des exploitations, le développement de pratiques agricoles et la gestion d'itinéraires techniques et enfin l'orientation vers une démarche agroécologique.

Le présent ouvrage, intitulé **Les zones cotonnières africaines dynamiques et durabilité, actes du colloque de Bamako, novembre 2017**, expose des résultats de recherche et des expériences de terrain des producteurs et des organisations de producteurs sur comment aborder ces défis à partir des exemples du Bénin, du Burkina Faso, du Cameroun, de la Centrafrique, de la Côte d'Ivoire, du Mali, du Sénégal, du Tchad et du Togo.



ISBN 978-99952-56-98-2



9 789995 256982